Päivitetty ja
täydennetty
25.10.2022
Versio 1.69

Lahden Radioamatöörikerho ry.

RADIOAMATÖÖRIEN PERUSLUOKAN T1-MODUULI

- uusittu ja täydennetty aineisto -

”Tekniikka ja turvallisuusmääräykset”

Kerhojen radioamatöörikursseille ja itseopiskelijoille.

Lahden Radioamatöörikerho ry.

MAANPUOLUSTUSKOULUTUSYHDISTYS
FÖRSVARSUTBILDNINGSFÖRENINGEN

Tämän radioamatöörien perusluokan T1- moduulin tekniikan kalvosarjan pohjana on Hannun, OH3NOB; Kangasalalla käyttämä luentomateriaali. Alkuperäinen materiaali löytyy sivulta:
http://oh3abn.net/sivut/wp-content/uploads/2016/12/T1ver041.pdf

Hannun materiaali on suunniteltu kurssin opettajan ja oppilaan kannalta mahdollisimman tehokkaaksi – käsitellään uudelle radioamatöörille keskeisiä asioita. Lisätietoa ja laajempaa syventymistä löytyy toki opettajilta, kurssilta ja mm. ”Tiimissä hamssiksi”-kirjasta.

Kunkin sivun alalaidassa on linkkejä www.oh3ac.fi/T1 -tiedostossa oleviin kaikkiin T1-kysymyksiin ja niiden vastauksiin. Lisäsivuja on noin 500. Linkit liittyvät voimassa oleviin tenttikysymyksiin. Sivujen oikeassa ylälaidassa on lisäksi linkkejä täydentävään materiaaliin.

Linkityksen, alkuperäismateriaalin editoinnin ja muutokset on tehnyt Jari Jussila, OH2BU. Parannus-, täydennys- ja korjausehdotuksia otetaan mielellään vastaan osoitteessa: oh2bu@oh3ac.fi

Tämä on tarkistettu versio, päivitetty ja julkaistu 25.10.2022.
Copyright OH3AC

Sisältö ja sivunumerot

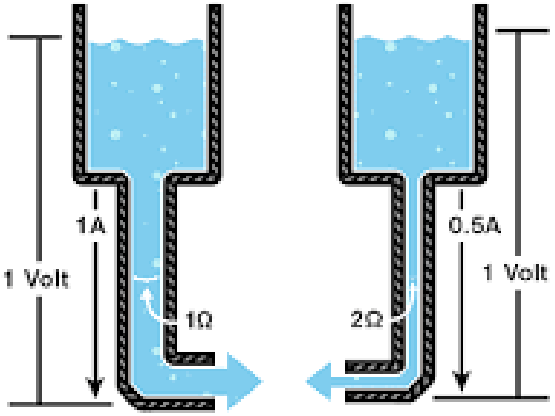
Pääotsikot ja aiheet	Sivunumerot
1. Sähkövirta, jännite ja resistanssi	4-20
Ohmin laki, sähköteho ja PUI m URI	
Lyhenteet, suuret ja pienet luvut	
Virtalähteiden kytkennät	
Vaihtovirta ja -jännite, muuntajat	
2. Mittaaminen	21-23
3. Elektroniikan komponentteja	24-36
Vastus, kondensaattori, kela	
Diodi, transistori, looginen piiri	
4. Taajuus ja aallonpituus	37-39
5. Modulointi	40-44
6. Vastaanottimet	45-50
Suora vastaanotin ja superi	
Peilitaajuudet ja kaksoissuperi	
7. Lähettimet	51-54
Kide- ja SSB-lähetin	
8. Siirtojohdot	55-56
9. Antennit	57-63
10. Radioaaltojen eteneminen	64-68
HF- ja VHF-eteneminen	
11. Sähköturvallisuus	69-73
12. Häiriöt	74-76

1. Sähkövirta, jännite ja resistanssi

1.1 Sähkövirta, johteet ja eristeet

Kun avaat hanan, vesi alkaa virrata. Veden määrä voidaan ilmoittaa vaikkapa litroina minuutissa. Kun kytket valot, lamppu syttyy, koska sähkövirta kulkee johdoissa. Sähkövirran (yksikkö ”I”) suuruus mitataan ampeereina (A).

Sähkövirta on elektronien liikettä johdoissa. Jotkut aineet päästävät sähkövirran helposti lävitseen, koska niissä on paljon vapaita elektroneja. Tällaisia aineita kutsutaan johteiksi. Hyviä johteita ovat kaikki metallit, suolavesi (merivesi), hiili, elektrolyytti (sähköä johtava liuos) ionisoitunut kaasu, tavallinen vesijohtovesi yms.



Eristeitä taas ovat muovit, kumit, tislattu vesi, kiille, porsliini, ilma ja tyhjiö, puhdas pii, kuiva puu, öljy, polyeteeni, lasi, kuiva paperi jne

Näiden aineiden välissä ovat puolijohteet, mm. pii ja germanium, joiden johtavuus riippuu olosuhteista. Niissä on kohtuullisesti liikkuvia elektroneja.

T1-moduulin kysymyksiä:

01002 01004 01006 01007 01042 01043 01061

1.2 Jännite, tasa- ja vaihtovirta

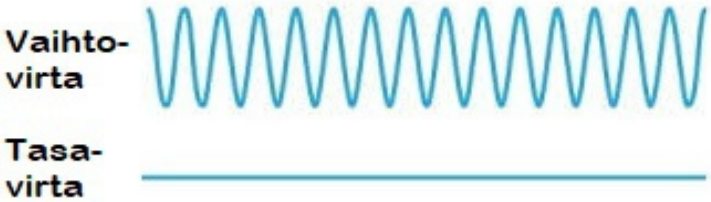
Paine saa veden virtaamaan putkistossa. Sähkövirran saa kiertämään jännite. Jännitteen (yksikkö ”U”) suuruus mitataan voltteina (V).

Tasavirta kulkee aina samaan suuntaan, sen suuruus voi vaihdella, mutta sen suunta ei vaihdu. Tasavirta lyhennetään kirjaimilla ”DC” (direct current) tai merkillä ⎓

Paristoista, akuista, aurinkopaneeleista saadaan tasajännitettä.

Kaikki sähkövirrat eivät ole samanlaisia, sillä joissain tilanteissa on parempi, että sähkövirran suunta vaihtelee ja jopa sen suuruus voi vaihdella. Tällaista virtaa kutsutaan vaihtovirraksi ja se lyhennetään kirjaimilla ”AC” tai merkillä ∿

Pistorasiassa vaikuttaa 230 voltin suuruinen jännite, jota kutsutaan myös verkkojännitteeksi (verkkovirraksi). Vaihtovirtaa saadaan myös generaattoreista, esim. dynaamisesta mikrofonista ja vaihtosuuntaamalla tasavirrasta.

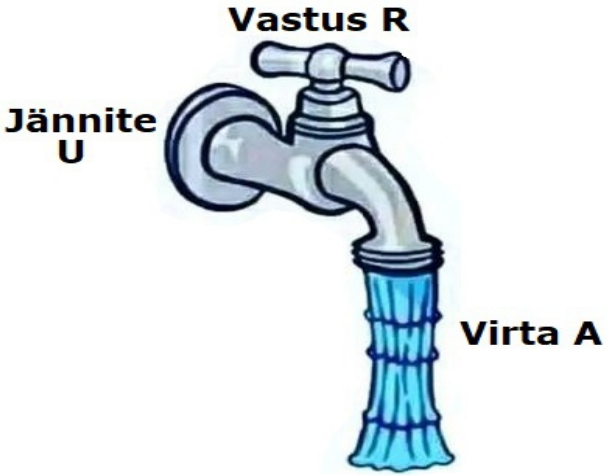


T1-moduulin kysymyksiä:

01032 01055 01056 01060 01076 01077

1.3 Vastus eli resistanssi

Kapeampi kohta putkistossa vastustaa vesivirtaa. Samoin sähkö-johdossa oleva laite, esim. lamppu (kuluttaessaan sähköä eli ollessaan kuormana) vastustaa sähkövirtaa. Sähkövirran vastustusta kutsutaan resistanssiksi (yksikkö ”R”) ja sen suuruutta mitataan ohmeina (Ω).
(Kreikkalainen kirjain ”omega”)



Ohut sähköjohto vastustaa sähkövirtaa enemmän kuin paksu, samoin pitempi sähköjohto vastustaa virtaa enemmän kuin lyhyt. Sähköjohdon resistanssi tasavirralla riippuu johtimen poikkipinta-alasta mutta ei poikkipinnan muodosta.

Resistanssin määrä riippuu myös materiaalista (aineesta), esim. jalometallit kulta ja hopea johtavat hyvin sähköä. Johtimen eristekerros sensijaan ei vaikuta johtimen resistanssiin.

Lisäinfo: Tasavirta, vaihtovirta ja suurtaajuus käyttävät johdinta eri tavalla: ”Skin-effect”

T1-moduulin kysymyksiä:

01001 01062 01081 02063

1.4 Lyhenteet ja Ohmin laki

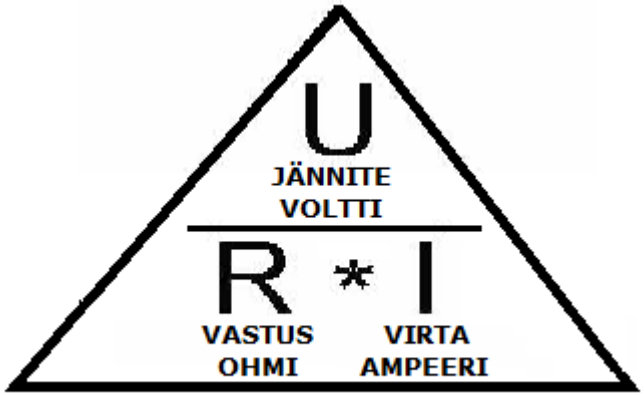
Seuraavat ovat tässä vaiheessa opitut tärkeimmät lyhenteet:

U	= jännite	= mitataan voltteina (V)
R	= resistanssi (vastus)	= mitataan ohmeina (Ω tai ohm)
I	= sähkövirta	= mitataan ampeereina (A)

Jos lisäät vesiputkistoon vastusta ohentamalla putkia, piirissä kiertävän veden määrä pienenee. Jos taas lisäät painetta, veden määrä kasvaa. Kiertävän veden määrä siis riippuu sekä vastuksesta että paineesta.

Samoin on sähkövirran kanssa: jos lisäät resistanssia, virran määrä vähenee. Jos lisäät jännitettä virta kasvaa. Virran suuruus riippuu siis sekä jännitteestä että vastuksesta.

- Jos jännite ja resistanssi tunnetaan, saadaan virta:
  - virta (I) = jännite (U) / resistanssi (R)
- Jos virta ja resistanssi tunnetaan, saadaan jännite:
  - jännite (U) = resistanssi (R) * virta (I)
- Jos jännite ja virta tunnetaan, saadaan resistanssi:
  - resistanssi (R) = jännite (U) / virta (I)



Ohmin laki

T1-moduulin kysymyksiä:

1.4 Esimerkki: Laskeminen Ohmin lain avulla

Esimerkki:

Kuinka suuri virta kiertää leivänpaahtimen langoissa, kun laite kytketään 230 V jännitteeseen ja laitteen lankojen resistanssi (vastus) on 77 ohmia?

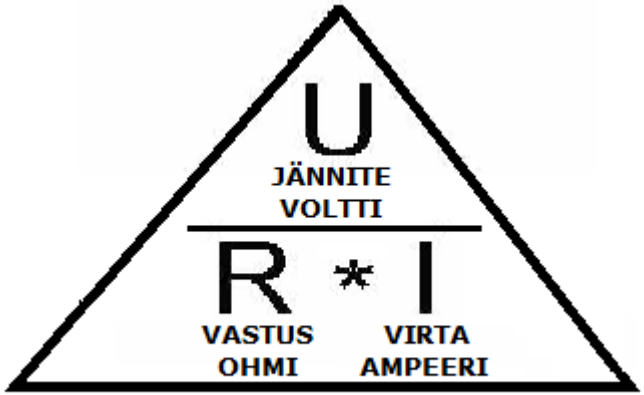
Ratkaisu:

Tehtävänä on laskea virran (I) suuruus.

Tiedossa olevat arvot: U = 230 V, R = 77 ohm

Peitetään virta (I) kolmiosta, jolloin saadaan kaava:

virta (I) = jännite (U) / vastus (R)
virta (I) = 230 volttia / 77 ohmia
virta (I) = 2,987 A = 3 ampeeria



Ohmin laki

T1-moduulin kysymyksiä:

01068 01069 01070 01071 01072 01073 01074 03051 03052

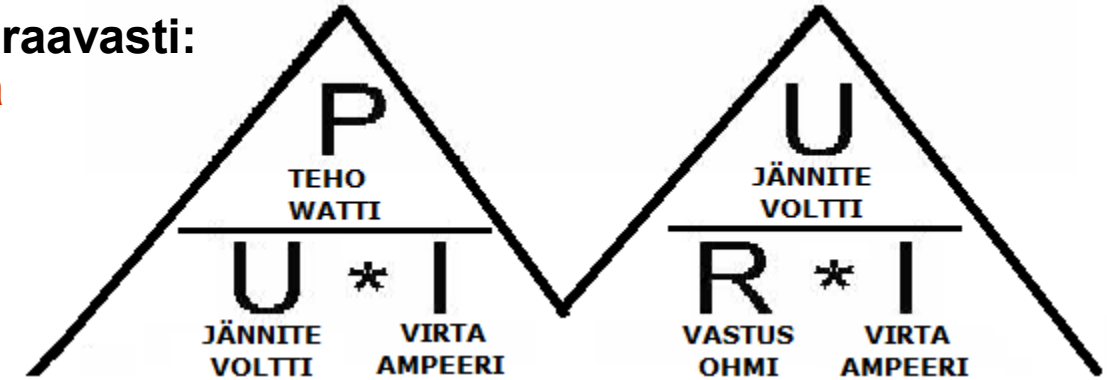
1.5 Sähköteho ja ”PUImURI”

Kun jännite (U) ja virta (I) vaikuttavat yhtä aikaa tietyssä pisteessä, kuluttavat ne tuossa pisteessä energiaa eli sähkötehoa. Sähkötehon yksikkö on ”P” ja sitä mitataan watteina (W)

Sähköteho (P) lasketaan seuraavasti:

teho = jännite x virta

P = U x I



Yhdistettynä tehon kaava Ohmin lakiin saamme:

”Puimuri” (P=U*I m U=R*I) muodostuu kahdesta muistikolmiosta: tehon, jännitteen ja virran toisiinsa sitovasta kaavasta sekä Ohmin laista, joka sitoo toisiinsa jännitteen, resistanssin ja virran.

Peittämällä muistikolmioista kysytyn suureen, saat kaavan:

Esim.: Kuinka suuren virran (I) ottaa 1200 W silitysrauta 230 V sähköverkosta. Peitetään vasemmasta kolmiosta ”I”. Jäljellä jää kaava P/U eli 1200 W / 230 V = 5,2 A

T1-moduulin kysymyksiä:
01031 01018 01065

Tehonkesto:
01083 01084 01085 01086

Lämpöteho:
01087 01088 01089

1.5 Vaikeiden kysymysten ratkaisuja

Joissakin tapauksissa löytyy kummastakin kaavasta vain yksi tunnettu arvo. Tällöin helpoin tapa on kokeilla erikseen jokainen neljästä vaihto-ehdosta ja löytää se oikea. Kysymyksen voi ratkaista myös seuraavasti:

(01092) **Vastuksen resistanssi on 10 Ω ja siihen syötetään 4000 W sähköteho. Vastuksessa kulkeva virta on:**
A) 4000 A B) 40 A C) 20 A D) 2 A

Tiedetään: **P = 4000 W, R 10 Ω. Seuraavalla kaavalla saa virran (I):**
$I = \sqrt{(P / R)} = \sqrt{(4000\ W / 10\ \Omega)} = \sqrt{(400)} =$ 20 A

Vaikea esimerkki: 100 ohmin vastuksen yli vaikuttaa 12 voltin jännite. Kuinka suuri tehohäviö vastuksessa syntyy?

Ratkaisu: **Tehohäviö tarkoittaa vastuksessa lämmöksi muuttuvaa tehoa eli lasketaan normaalisti teho. Tehtävässä ei anneta virran suuruutta. Niinpä joudumme laskemaan ensin virran (I) ja sen jälkeen tehon (P):**

virta (I) = jännite (U) / vastus (R)
virta (I) = 12 V / 100 Ω = 0,12 A

teho (P) = 12 V x 0,12 A = 1,44 W.

Vastuksen tehohäviö: 01028 01029 02054
Vastuksen arvo: 01093 01096
Kaava: $I = \sqrt{(P / R)}$ tai kokeiltava: 01017 01090 01091 01092 02038

1.6 Sähkötekniikan suureita

Esimerkki:

Fysiikassa nopeuden suure (mitattava ominaisuus) on ”v” (lat. velocitas), mutta nopeuden mittaamisen yksikkö on ”m/s” tai ”km/h”. Vastaavasti:

Tärkeimmät		Yksikkö	
Jännite	U	Voltti	V
Virta	I	Ampeeri	A
Vastus	R	Ohmi	Ω
Teho	P	Watti	W

Muut		Yksikkö		Käyttö
Impedanssi	Z	Ohmi	Ω	vaihtovirtavastus
Induktanssi	L	Henry	H	kelat
Kapasitanssi	C	Faradi	F	kondensaattorit
Taajuus	f	Hertsi	Hz	värähdysten määrä

T1-moduulin kysymyksiä:

01060 01061 01062 01063 01064 01065 01066 01067 02063 02064 02065

1.7 Suuria ja pieniä lukuja

Yksi ohmi on hyvin pieni vastus. Resistanssi voi olla 1000 ohmia tai 1 000 000 ohmia. Vastaavasti yksi ampeeri on melko suuri virta. Virrat voivat olla myös 0,001 ampeerin tai 0,000 001 ampeerin suuruisia.

Epämääräistä lukua nollia on vaikea hallita, joten usein käytetään yksikön edessä olevaa, kolmen nollan ryhmissä kulkevaa etuliitettä:

G =	Giga	= miljardi	1 000 000 000
M =	Mega	= miljoona	1 000 000
k =	kilo	= tuhat	1 000
		= yksi	1
m =	milli	= tuhannesosa	0,001
µ =	mikro	= miljoonasosa	0,000 001
n =	nano	= miljardisosa	0,000 000 001
p =	piko	= biljoonasosa	0,000 000 000 001

T1-moduulin kysymyksiä:

02042

1.7 Suuria ja pieniä lukuja

Vastukset saattavat usein olla Ω lisäksi kΩ tai peräti MΩ.

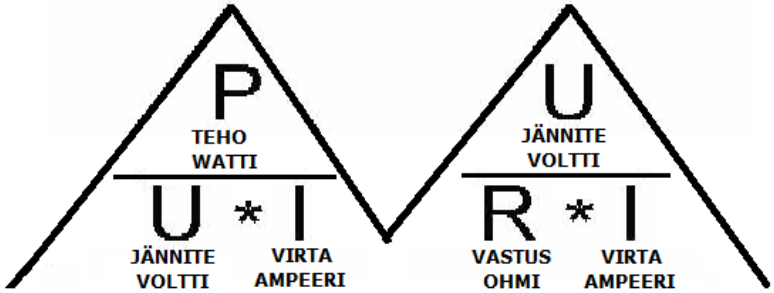
Kondensaattorit ovat aina joko µF, nF tai pF.

Virta saattaa ampeerin lisäksi olla esimerkiksi mA.

Laskutehtävissä kannattaa olla tarkkana etuliitteen kanssa ja laskiessa muuttaa arvot perussuureeseen (esim. Ω, F, V tai A). Kysymysten vastausvaihtoehdoissa saattaa sama arvo olla kahteen kertaan mutta käyttäen eri etuliitettä. Esim. 40.000 Ω = 40 kΩ

Esimerkki:

Sähkövirran (I) suuruus on 20 mA ja resistanssi (R) on 4 kΩ. Laske jännitteen (U) suuruus.



Ratkaisu:

Kysytään jännitettä (U)

Kolmiosta saadaan

jännite (U) = virta (I) x resistanssi (R) eli

jännite (U) = 20 mA x 4 kΩ eli

jännite (U) = 0,020A x 4 000 Ω

Laskin antaa tulokseksi jännite (U) = 80 volttia!

T1-moduulin kysymyksiä:

1. Sähkövirta, jännite ja resistanssi

1.8. Varauskyky eli ampeeritunnit

Akun varauskyky ilmoitetaan ampeeritunteina (Ah). Henkilöauton 64 Ah:n akusta voidaan ottaa 1 A:n virtaa 64 tuntia, 2 A:n virtaa 32 tuntia, jne.

Paristojen kokoisten sormiakkujen varauskyky voi olla luokkaa 2300 mAh eli 2,3 Ah. Auton akkujen varauskyky saattaa olla yli 100 Ah

- **Akkujen sisäinen resistanssi on yleensä pieni. Niistä voi hetkittäin ottaa huomattavan suuria virtoja mutta oikosulku tuhoaa akun nopeasti.**
- **Paristolla sisäinen resistanssi on suuri. Niistä ei saa suuria virtoja mutta paristo saattaa kestää oikusulkua jonkin aikaa.**

Sisäinen resistanssi on virtalähteen ominaisuus vastustaa virran kulkua virtalähteen sisällä.

Hyvin huollettuina akkuja voidaan ladata uudelleen satoja kertoja.

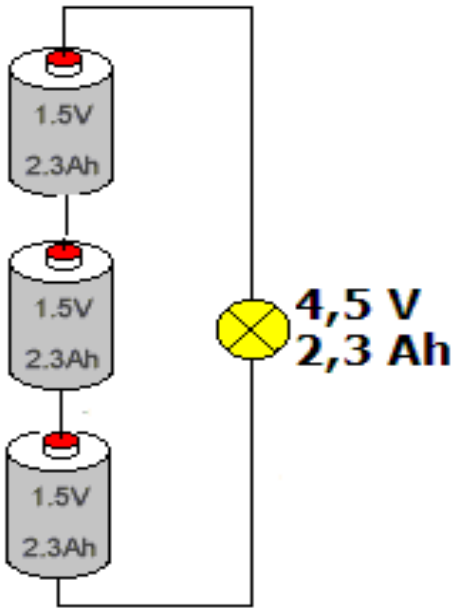
T1-moduulin kysymyksiä:

01054 03038 03039 03057 03058

1. Sähkövirta, jännite ja resistanssi

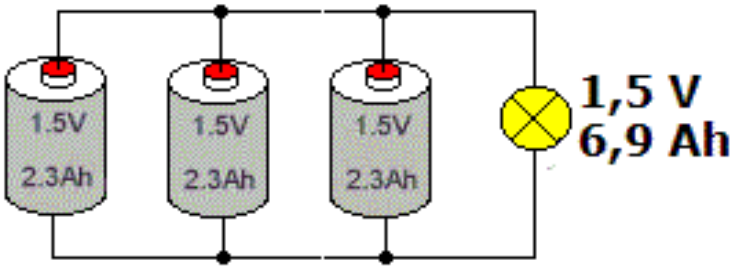
T: Akut rinnan ja sarjassa

1.8 Virtalähteiden kytkennät



Jos paristoja (tai akkuja) kytketään sarjaan, kytkennästä saatava jännite nousee mutta kuormitettavuus pysyy samana kuin yhdellä paristolla tai akulla.

Jos kolme 1,5 V paristoa kytketään sarjaan, kytkennästä saadaan 4,5 V jännite! Tätä käytetään hyväksi mm. taskulampuissa.



Jos taas paristoja kytketään rinnan, jännite ei nouse, mutta kuormitettavuus nousee eli kytkennästä voidaan ottaa enemmän virtaa kuin yhdestä yksittäisestä paristosta. Myös latausenergiaa tarvitaan vastaavasti enemmän, jos kyseessä on ladattava akku.

Jos kolme 1,5 V paristoa kytketään rinnan, kytkennästä saadaan 1,5 V jännite mutta enemmän virtaa.

Kytkentä sarjaan:

01035 03028 03036 03037

Kytkentä rinnan:

01019 01036 03026 03029 03031

1.8. Sisäinen resistanssi ja jännitehäviö

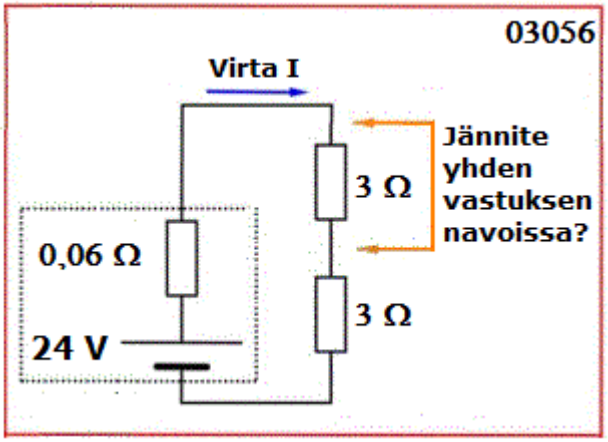
Paristoissa ja akuissa on ns. sisäinen resistanssi. Sen ollessa pieni on kuormitettavuus suuri. Kun virtalähteitä kytketään rinnan, niiden sisäinen kokonaisresistanssi laskee samalla tavalla kuin jos vastuksia kytketään rinnan ja kuormitettavuus nousee.

Jännitehäviö

Virran I kulkiessa vastuksen läpi tapahtuu vastuksen päiden välillä jännitehäviö eli potentiaalin lasku U = R * I. Jännitehäviön suuruus riippuu siis vastuksen ja virran suuruudesta.

Napajännitteen putoaminen

Akun antama jännite putoaa kuormituksen vaikutuksesta aina jonkin verran; sitä vähemmän, mitä pienempi on sen oma sisäinen resistanssi.



Kuorman kokonaisvirta saadaan Ohmin lakia käyttäen: I = U / R
(Kuvassa I = 24 V / (0,06 Ω + 3 Ω + 3 Ω) = 3,96 A)

Kuormaan saatava (yhden vastuksen yli) oleva jännite saadaan laskemalla sen aiheuttama jännitehäviö: U = R * I = 3 Ω x 3,96 A = 11,88 V

T1-moduulin kysymyksiä:

01030 03053 03054 03055 03056 10031 10037

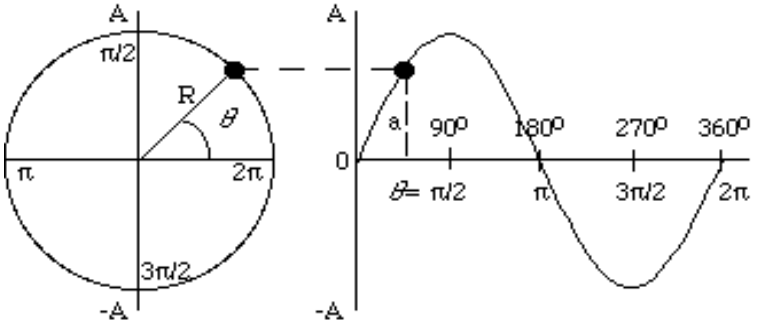
1. Sähkövirta, jännite ja resistanssi

http://www.oh3ac.fi/223.a2.gif

1.8. Vaihtovirta ja - jännite

Pistorasiasta saatavan vaihtojännitteen suuruus vaihtelee ns. siniaalto-käyrän mukaisesti ja sillä on määrätty taajuus (50 Hz) ja amplitudi.

Siniaalto on jaksollinen, sinifunktion muotoinen aaltomuoto ja on harmo-monisen värähtelyn ”matemaattinen” perusmuoto. Siniaallon voi ajatella syntyvän pyörivän osoittimen kärjen kiertäessä ympyrän kehää vasta-päivään tasaisella kulmanopeudella. Silloin osoittimen kärjen projektio suoralle, esimerkiksi koordinaa-tiston y-akselille, piirtää sinikäyrän.



Siniaaltoa voidaan käyttää radio-taajuisen vahvistimen ohjaussignaa-lina, mikäli sen taajuus on sopiva.

Muita aaltomuotoja ovat mm kolmio-, neliö- ja kanttiaalto.

Vaihtojännitteen eri aaltomuotoja ja esim sinikäyrää ja voi katsella oskilloskoopilla.

T1-moduulin kysymyksiä:

01044

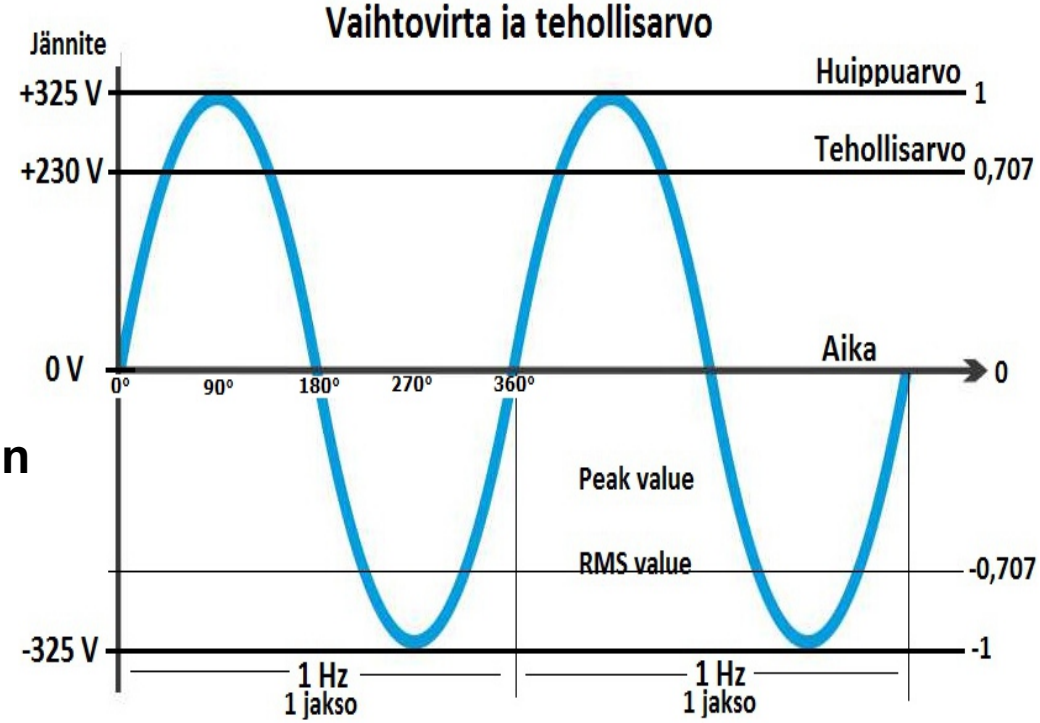
1.8. Vaihtovirta ja - jännite

Pistorasiasta tulevan jännitteen suuruus vaihtelee välillä -325 V - +325 V, huippujen ero on siis 650 V. Koska sen keskimääräinen teho (tehollisarvo) on 230 V, sitä kutsutaan 230 V vaihtojännitteeksi. Tasajännitteellä, jonka suuruus on 230 V, on sama tehollisarvo. Lamppu loistaa yhtä kirkkaasti sekä 230 V tasa- että 230 V vaihtojännitteellä. Tehollisarvo on aina pienempi kuin huippuarvo.

Tehollisarvosta voidaan laskea huippujännite kertoimella 1,41. Jos siis tehollisarvo on 230 V, huippujännite on
1,41 x 230 V = 325 V

(Tarkka kerroin: $\sqrt{2}$ = 1,4142...)

Vastaavasti tehollisarvo saadaan jakamalla signaalin ”huipusta huippuun”-arvo luvulla 2,8
(650 V / 2,8 = 230 V)



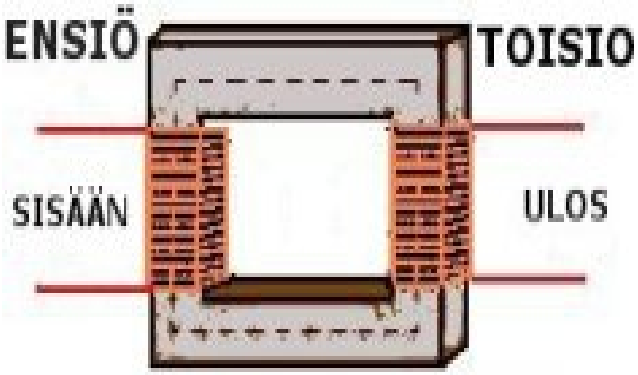
Vaihtovirrassa (230 V) näitä jaksoja on 50 kertaa sekunnissa eli 50 Hz.

T1-moduulin kysymyksiä:
01027 01058 08013 02026 01075

1.9. Muuntajat

Muuntajia käytetään a) vaihtojännitteiden pienentämiseen ja suurentamiseen, b) vaihtovirtapiirien galvaaniseen erottamiseen ja c) elektronisten piirien keskinäisten impedanssien sovittamiseen.

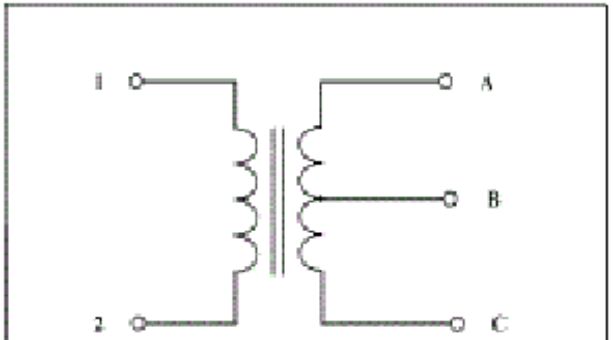
Muuntaja muodostuu rautasydämestä ja siihen kierretyistä kuparilangoista eli käämeistä. Muuntaja toimii ainoastaan vaihtojännitteellä.



Muuntajan toiminta perustuu magneettikentän vaikutukseen eli ns. induktiiviseen kytkentään.

Muuntajan sisäänmenopuoli on ”ensiö” ja ulostulopuoli ”toisio”. Ulostulevan jännitteen suuruuden määrää ensiön ja toision kierrosten suhde.

Toisiossa voi olla myös keskiulosotto, jonka avulla toisiojännite saadaan puolitettua.



Muuntaja keskiulosotolla

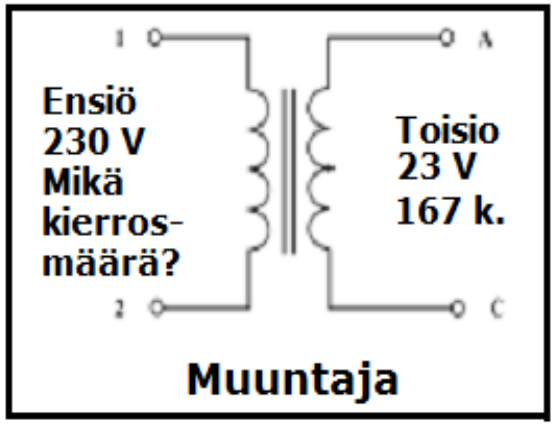
T1-moduulin kysymyksiä:

02006 02008 02009 02028 03013

1.9 Muuntajat

Esimerkki: Muuntajan ensiökäämissä on merkintä 230 V ja toisiokäämissä merkintä 23 V. Purat toisiokäämin ja lasket sen kierrosmääräksi 167 kierrosta. Paljonko ensiökäämissä on kierroksia?

Ratkaisu: Jännitteiden suhde on 230 V : 23 V = 10. Niinpä kierrosmäärien suhteenkin täytyy olla 10. Ensiökäämissä on siis 10 x 167 = n. 1670 kierrosta.



Muuntajassa häviää hieman tehoa mm. lämmöksi, mutta käytännössa muuntaja oletetaan häviöttömäksi, joten tehot ensiö- ja toisiopuolella ovat yhtäsuuret. Muuntajan ensiö ottaa tehoa (sähköverkosta) yhtä paljon kuin toisio antaa sitä käytettävälle laitteelle.

Muuntajan **tehonkeston määrää rautasydämen ominaisuudet ja sen poikkileikkauksen pinta-ala**. Niinpä muuntajat, joista otetaan paljon tehoa ovat suuria ja painavia. Esim. tietokoneissa käytetäänkin hakkurivirtalähteitä, joissa ei ole perinteisiä muuntajia.

Muuntajan ensiöpiirissä tulee olla ns. verkkosulake.

T1-moduulin kysymyksiä: 02029 02009

Muuntajaan liittyviä laskuja: 02040 02080 02083 02085 01094 01095 02010 02011 02069 02081 02084 02086

2. Mittaaminen

Yleismittarit ja jännite

Yleismittarilla voidaan mitata mm. virtaa (A), jännitettä (V) ja resistanssia (Ω). Mittareita on kahta päätyyppiä:

digitaaliset eli numeronäytölliset ja

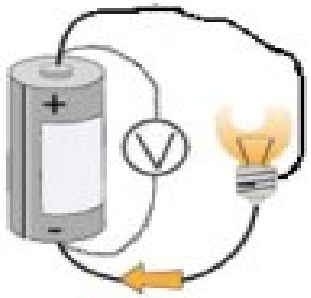
analogiset eli viisarinäytölliset.

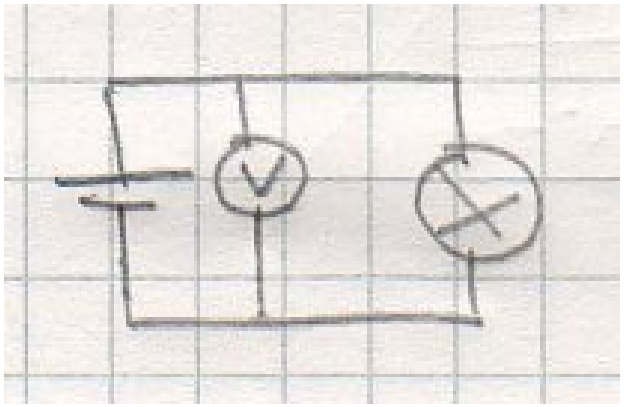
Kumpikaan ei ole toistaan parempi, digitaalista on nopeampi lukea, analoginen sopii paremmin nopeiden vaihteluiden (ääriarvojen) mittaamiseen.

Jännitteen mittaaminen

Jännitemittari kytketään rinnan mitattavan kohteen kanssa. Jotta mittaus ei vaikuttaisi mitattavaan kohteeseen, on sen sisäisen vastuksen oltava mahdollisimman suuri.

Jännitemittarin mittausaluetta voi laajentaa kytkemällä mittarin kanssa sarjaan etuvastus, jossa tapahtuu halutun suuruinen jännitehäviö.





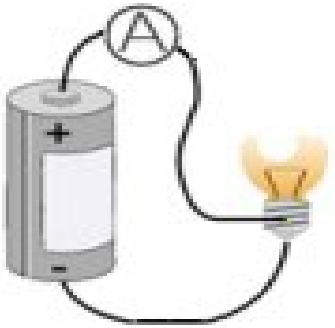
Yleismittarista:

08006 08008

Jännitteen mittaamisesta:

08007 08012

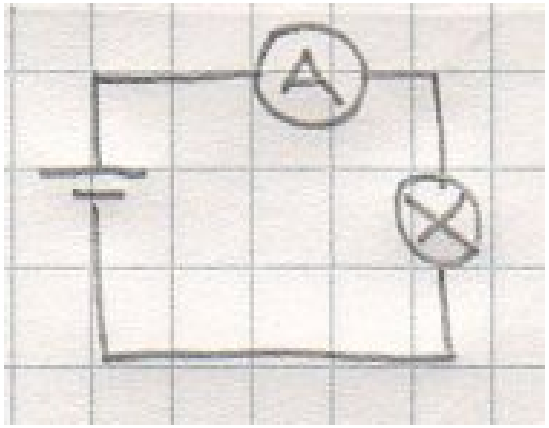
2. Mittaaminen



Virran mittaaminen

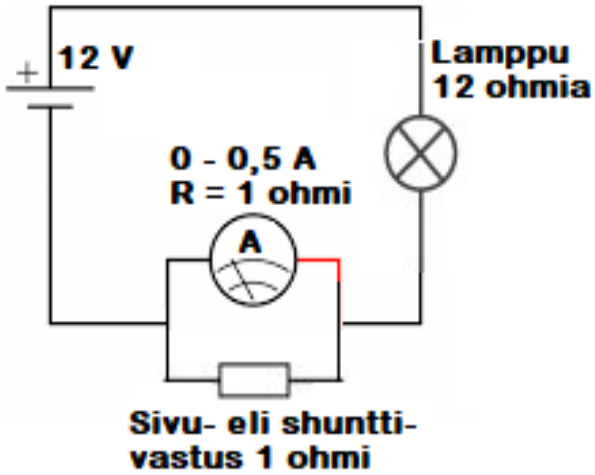
Virta mitataan kytkemällä mittari sarjaan.

Virtamittari kytketään sarjaan tutkittavan piirin kanssa, laitteen läpi kulkeva virta kulkee samalla mittarin läpi. Virtamittari häiritsee mitattavaa piiriä aiheuttamalla piiriin jännitehäviön. Siksi on tärkeää, että mittarin sisäinen resistanssi on mahdollisimman pieni.



Jos virtamittarin asteikko ei riitä virtamittaus-alueella, asia voidaan kiertää ns sivu- eli shunt-tivastuksella: annetaan virran kulkea myös pienen vastuksen läpi ja mitataan vastuksessa vaikuttava jännite ja lasketaan virta.

Ennen laitteessa olevien vastusten yms. mittauksia täytyy sähköt tietysti katkaista laitteesta sekä useimmiten irrottaa ainakin komponentin toinen pää laitteesta.



Shunttivastus

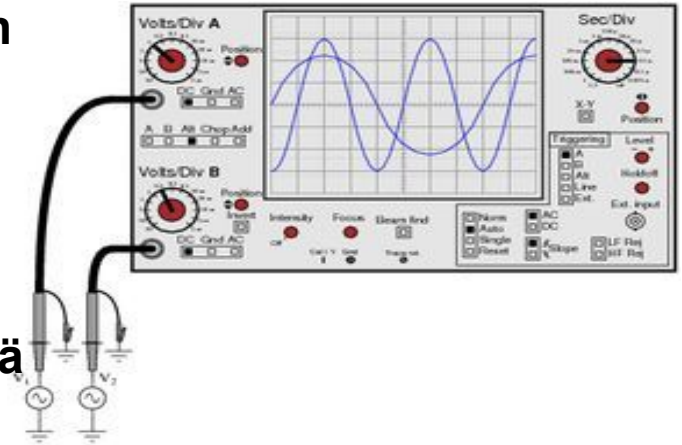
Virran mittaaminen:
08001 08002 08005 08018

2. Mittaaminen

Taajuuslaskuri ja oskilloskooppi

Taajuusmittarilla (taajuuslaskuri) voidaan mitata moduloimattoman kantoaallon taajuus tarkasti. Jos lähetteessä on mukana ”puhe” (modulaatio), ei mittaaminen yleensä onnistu.

Lähettimestä lähtevän virran mittaus on hankalaa, mutta eräs keino on mitata lähetyksen aikaansaama lämpö lämpö- eli termoristimittarilla.



Oskilloskooppi näyttää kuvaruudulla jännitteen muodon, esim. sini- tai kanttiaalto. Käyrästä voidaan mitata jännitteen suuruus ja taajuus, mutta ei virtaa, tehollisarvoa eikä resistanssia.

Mitattaessa suurtaajuus- eli RF-signaalia, näytölle on saatava vähintään puolen jakson täydellinen kuva, jotta jännite voidaan määrittää verhokäyrästä. (Käyrän ”vaippa” eli reunat)

Jos oskillaattorin kaistanleveys on pienempi kun mitattava signaali, se kylläkin tahdistuu, mutta taajuutta ei pysty mittaamaan tarkasti, amplitudiarvo ei ole oikea eikä anna näyttämää signaalista.

Taajuusmittari: 08004 08017

Termoristimittari: 08016

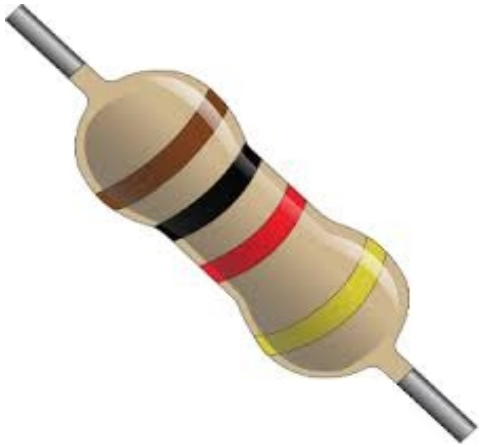
Oskilloskooppi: 08003 08009 08010 08013 08014

Vastukset

Virtapiirissä oleva vastus pienentää ja rajoittaa sähkövirtaa. Niitä voidaan käyttää myös jännitteen jakajana ja keinokuormana.

Vastuksen suuruus mitataan ohmeissa (Ω). Ohmi on pieni yksikkö, joten yleensä vastukset ovat kilo-ohmeja (kΩ) tai megaohmeja (MΩ).

Vastuksen kytkentäsuunnalla ei ole väliä, se toimii samalla tavalla sekä tasa- että vaihtojännitteellä. Vastuksella ei ole ”+” tai ”-” -napaa. Vastuksen arvo ja toleranssi merkitään joko värikoodilla tai numeroin.



Vastuksia ovat mm. massavastus, kalvovastus, lankavastus sekä käsisäätöiset trimmerit ja potentiometrit. Lankavastuksia ei voi käyttää suurtaajuuspiireissä.

Sähkövirran kulkiessa vastuksen läpi syntyy siinä pääasiallisesti lämpöä. Siksi vastuksilla on rajallinen tehonkesto. Kun vastuksia kytketään rinnan, vastuksien tehonkesto on yksittäisten vastuksien tehonkeston summa.

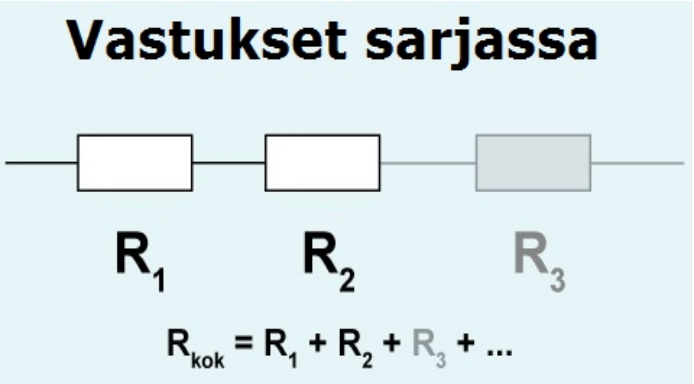
T1-moduulin kysymyksiä:

01020 02046 02098

Tehonkesto:

03015 03017 03019 03021

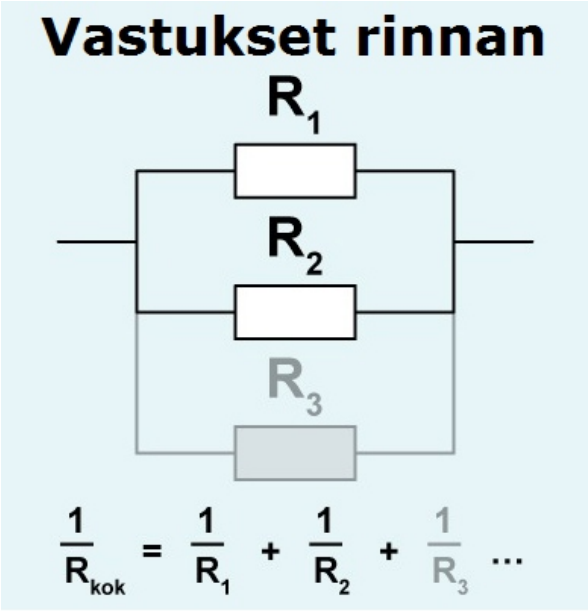
Vastuksien sarjaan- ja rinnankytkentä



Vastuksia (R) voidaan kytkeä peräkkäin eli sarjaan. Kokonaisvastus saadaan laskemalla vastukset yhteen. Jos esim. 150 Ω ja 300 Ω vastukset kytketään sarjaan, saadaan yhteensä 450 Ω vastus.

Vastuksia voidaan kytkeä myös rinnakkain eli rinnan. Tällöin kokonaisvastus R saadaan laskettua oheisella kaavalla.

Kun vastukset R1 ja R2 on kytketty toistensa rinnalle, virta pääsee kulkemaan kahta eri reittiä. Kummassakin reitissä kulkevan virran suuruuden määrää vastuksen arvo. Jos kyseessä on kovin pieni vastus, niin virtaa kulkee paljon.



Sarjaan- ja rinnankytkennän periaate:

03001 03002

Sarjaankytkentä:

03003

3. Elektroniikan komponentteja

Päässälaksu1
Päässälasku2

Vastuksien rinnankytkentä: esimerkki

Jos kytket 150 Ω ja 300 Ω vastukset rinnan, saadaan kokonaisvastus laskettua kaavalla:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{300}+\frac{1}{150}$$

Josta laskimen avulla saadaan:

$$\frac{1}{R}=0{,}01$$

Laskimen 1/x -näppäimen avulla saadaan:

$$R=100$$

Rinnankytkennässä tulos on aina pienempi kuin yksittäiset vastukset.

Vaihtoehtoinen laskentatapa!

On olemassa helpompi laskukaava kun pitää laskea kaksi rinnan olevaa vastusta. Jos kytkee 150 Ω ja 300 Ω vastukset rinnan, saadaan kokonaisvastus laskettua kaavalla:

$$R=\frac{R1 \times R2}{R1+R2} \qquad \frac{150 \times 300}{150+300}=\frac{45000}{450}=100\,\Omega$$

Kaava on helppo muistaa ja laskea, mutta sitä voi käyttää kerrallaan vain kahden rinnan olevan vastuksen laskemiseen. Jos vastuksia on kuitenkin kolme (tai enemmän), voi kaavalla laskea ensin mitkä tahansa kaksi vastusta ja sitten niiden tuloksella kolmannen vastuksen samalla kaavalla.

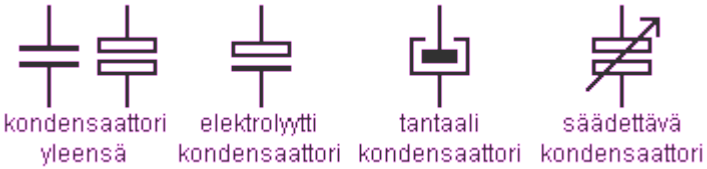
Rinnankytkentä:
02091 02094

Rinnan- ja sarjaankytkentä:
02090 02092 02093 02095 02096 02097 03007 03008

Kondensaattorit ja kapasitanssi

Kun kaksi metallilevyä (tai jopa johtoa) asetetaan hyvin lähelle toisiaan ja niihin kytketään hetkeksi jännite, sähkökenttä varaa levyt. Mitä suurempi levyjen koko, sitä suurempi on varautumisen määrä. Myös levyjen välinen etäisyys ja niiden välissä oleva eristeaine vaikuttavat varautumiseen.

Komponenttia kutsutaan kondensaattoriksi ja sen varauskyky (kapasitanssi) mitataan faradeina (F).



Faradi on erittäin suuri yksikkö. Yleensä yksikkönä käytetään mikrofaradeja (uF) tai jopa pienempiä osia: 0,000 000 001F = 1nF

Kondensaattori ei päästä tasavirtaa lävitseen mutta vaihtovirralle se aiheuttaa vastuksen (reaktanssi), jonka suuruus riippuu kondensaattorin suuruudesta ja vaihtovirran taajuudesta. Taajuuden kasvaessa kapasitiivinen reaktanssi laskee.

Yhdessä vastuksien kanssa voidaan tehdä mm. suodattimia, aikavakio- ja viivepiirejä.

T1-moduulin kysymyksiä:

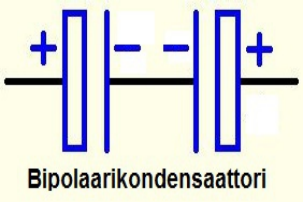
01008 02001 02003 03010 01066 02064 02049 02021 02055 02058 03011

Erilaisia kondensaattoreita

Kondensaattorit luokitellaan lähinnä käytetyn eristemateriaalin mukaan

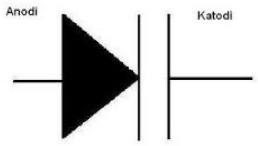
Keraamiset kondensaattorit (kerkot) ovat kapasitanssiltaan pieniä (pF/nF) ja niitä käytetään lähinnä suurtaajuuspiireissä (esim. resonanssipiireissä) erottamaan tasajännite ja vaihtojännite sekä mm. häiriönpoistossa ohjaamaan suurtaajuus maahan.

Elektrolyyttikondensaattorit (elkot) ovat kapasitanssiltaan suuria(nF/uF) ja niitä käytetään mm. tasaamaan jännitevaihteluita. Elkot toimivat kuin pienet ”akut”: lataavat ja purkavat itseensä sähköä. Elkot on ehdottomasti kytkettävä oikein päin, sillä muuten ne voivat jopa räjähtää. Niihin on merkitty + ja - -navat ja suurin käyttöjännite.
Tantaalikondensaattori toimii samalla tavalla kuin elko.
Elkoja ei voi käyttää suurtaajuuspiireissä.



Bipolaarikondensaattori muodostuu kahdesta elkosta miinuspäät vastakkain. Käytetään mm. kaiuttimien jakosuotimissa.

Kapasitanssidiodi – nimestään huolimatta – on itse asiassa sähköisesti säädettävä kondensaattori



T1-moduulin kysymyksiä:

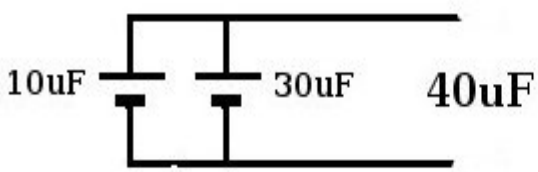
02002 02003 02022 09016 02102

Kondensaattorien rinnan- ja sarjaankytkentä

Kun kaksi tai useampia kondensaattoria kytketään rinnan, varauskyky kasvaa. Kondensaattorien arvot lasketaan siis yhteen.

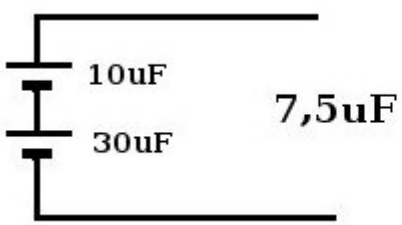
Kondensaattorien sarjaankytkennässä varautuminen pienenee vastusten rinnankytkennän tavoin. Kun kaksi tai useampia kondensaattoreita kytketään sarjaan, niiden yhteisarvo lasketaan samalla kaavalla kuin vastuksien rinnankytkentä.

(Rinnan tai sarjaan kytkettyjen kondensaattoreiden arvo lasketaan siis päinvastoin kuin vastuksilla!)



$C = 10uF + 30uF$
$C = 40uF$

Kun kondensaattorit on kytketty rinnan, niiden arvot lasketaan yhteen!



$\frac{1}{C} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$

$\frac{1}{C} = 0{,}1333 \ldots$

1/x -näppäimellä

$C = 7{,}5uF$

Kun kondensaattorit on kytketty sarjaan, niiden arvot lasketaan samoilla kaavoilla kun vastusten rinnankytkentä!

Rinnan kytkentä:
03004 03044
03006 03045

Sarjaan kytkentä:
03009 03042 03047 03049
03023 03043 03048 03050

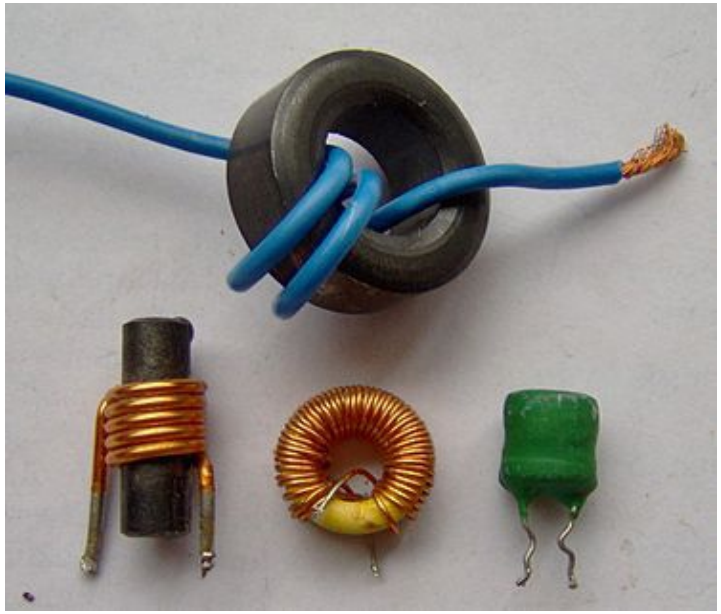
Rinnan ja sarjaan kytkentä:
03016 03020 03040 03046
03018 03022 03041

Kelat ja induktanssi

Kela syntyy, kun lankaa käämitään rullalle vierekkäin (tai päällekkäin).

Tasavirralle kela ei aiheuta vastusta, mutta vaihtovirtaa se vastustaa (reaktanssi) sitä enemmän mitä suurempi on värähtelyn taajuus ja kelan suuruus.

Kelan suuruus (induktanssi) mitataan henreinä (H). Yksi henri on hyvin suuri yksikkö, joten yleisesti käytössä ovat millihenrit (mH) tai mikrohenrit (uH).



Induktanssin suuruuteen vaikuttavat kierrosten määrä, kelan halkaisija ja sydänaineen materiaali.

Keloja käytetään mm. häiriönpoistoon, ali- ja ylipäästösuodattimissa, kaiuttimien jakosuotimissa sekä tietenkin suurtaajuus-piireissä.

Induktanssi:
02004 02005

Yksikkö:
01067 02065

Reaktanssi:
02023 02060

Kelat ja induktanssi - kytkeytyminen

Keloja saa sekä ilmaeristeisinä että rautasydämisinä.

Ilmaeristeisiä käytetään resonanssi- eli värähtelypiireissä, koska niissä hyvät suurtaajuusominaisuudet. Niiden koko on suurempi

Ferriitti- ja rautasydämet vahvistavat magneettikenttää ja niitä käytetään yleisesti mm. äänitaajuussuotimissa ja muissa pientaajuuspiireissä. Niillä aikaansaadaan hyvin korkeita induktansseja ja samalla pienempi koko.

Joskus lankojen mutkittelu laitteen sisällä aiheuttaa tahatonta induktanssia korkeataajuiselle (VHF/UHF/SHF -alueiden) värähtelylle! Induktiivinen kytkentä (vrt. kapasitiivinen kytkentä) tarkoittaakin kahden kelan välistä kytkeytymistä (esim. muuntaja), jossa energia siirtyy kelasta toiselle. Kytkeytyminen voi tapahtua neljällä eri tavalla.

Keloja kytketään harvoin sarjaan ja erittäin harvoin rinnan. Kelojen laskukaava on sama kuin vastuksilla.

T1-moduulin kysymyksiä:

02051 03013 02107

Kelojen sarjaankytkenta (laskuja):

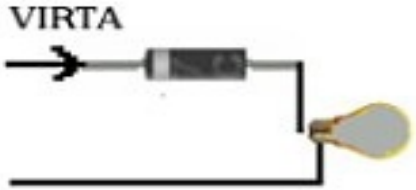
02039 02041 02043 02045 03005

Diodi

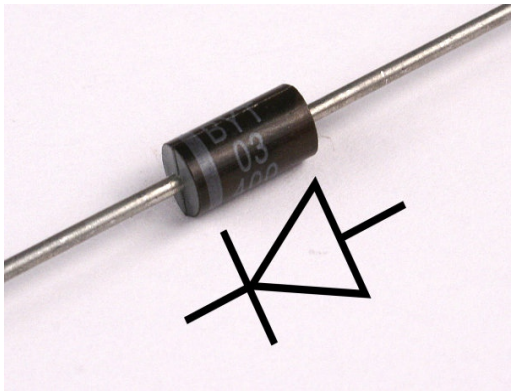
Diodi on puolijohteesta (piistä tai germaniumista) tehty komponentti, joka päästää virtaa lävitseen vain toiseen suuntaan. Piidiodeissa on yleensä 0,6-0,7 V kynnysjännite, ennen kuin se päästää virtaa lävitseen. Germaniumdiodeissa kynnysjännite on 0,2-0,3 V.

Diodien avulla vaihtovirta saadaan muutetuksi tasavirraksi, koska diodi estää virran suunnan muuttumisen. Tätä kutsutaan tasasuuntaukseksi.*) Diodia voidaan käyttää myös ilmaisimena kidekoneessa. Releen käämin rinnalle kytketty diodi suojaa myös komponentteja käämin aiheuttamilta jännitepiikeiltä. Diodien käytössä huomioitavia ominaisuuksia ovat virta- ja jännitekestoisuus.

Diodi kytketty päästösuuntaan.



Diodi kytketty estosuuntaan.



***) Tasasuuntauksen vastakohta on vaihtosuuntaus, jossa tasa-virrasta tehdään vaihtovirtaa. Invertteri. Tähän ei voi käyttää diodeita.**

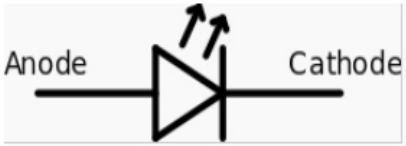
T1-moduulin kysymyksiä:

02020 02025 02026 02027 02031 02047 02048 03014 02112

3. Elektroniikan komponentteja

LED-, kapasitanssi- ja zener-diodit

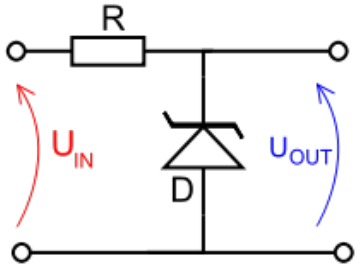
Valodiodi eli LED tuottaa valoa hyvin pienellä virralla. Niinpä niitä käytetään merkkivaloina. Ledit tarvitsevat lähes aina etuvastuksen rajoittamaan läpi kulkevaa virtaa.



Kapasitanssidiodi eli varaktori on sähköisesti säädettävä kondensaattori. Sen kapasitanssi pienenee estosuuntaisen jännitteen kasvaessa. Varaktorin eräs tärkeä sovellus on virityspiirin resonanssitaajuuden säätö esimerkiksi radiovastaanottimissa.

Zenerdiodin yli vaikuttava jännite ei juurikaan muutu, vaikka sen läpi kulkeva virta muuttuisikin. Niinpä zenerdiodia käytetään jännitteen tasaukseen (regulointi) ja vakavointiin (stabilointi)

Zenerdiodi kytketään estosuuntaan ja virtaa rajoitetaan etuvastuksella. Jos virtalähteeseen lisätään zenerdiodi, saa ulos kohtalaista tasajännitettä, mutta tällaisesta virtalähteestä ei voi ottaa ulos suuria virtoja etuvastuksen vuoksi.

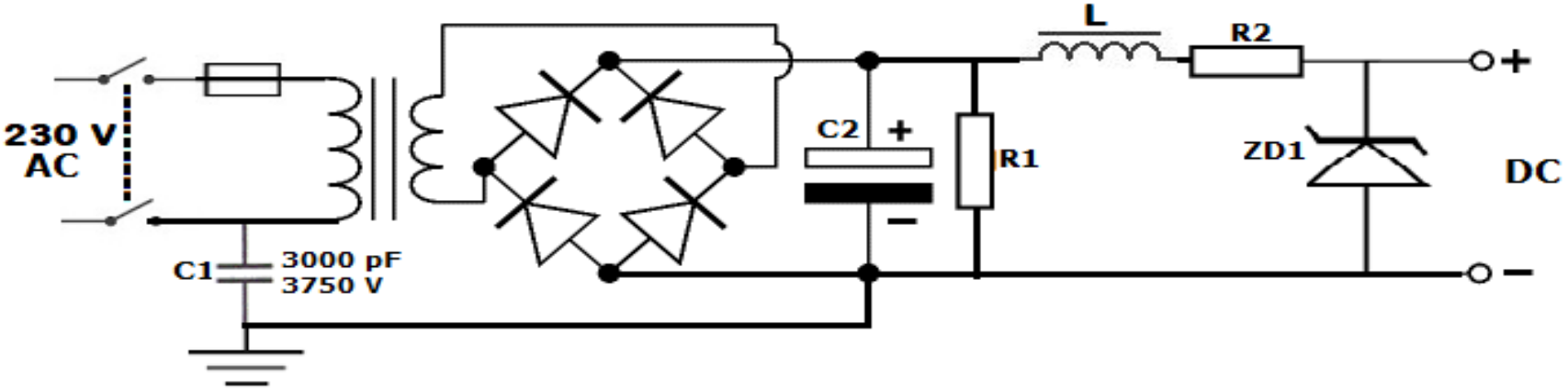


T1-moduulin kysymyksiä:

02016 02014 02013 02012 02037 02059

Virtalähde

- Häiriönpoistokondensaattori maattaa mahdolliset suurtaajuudet
- Muuntaja muuttaa verkkojännitteen muuksi vaihtojännitteeksi.
- Tasasuuntaussilta muuttaa vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi.
- Kondensaattori varautuu jokaisen jännitehuipun kohdalla ja purkautuu kohti seuraavaa huippua eli kondensaattori tasoittaa jännitettä.
- Purkaus- eli bleedervastus purkaa elkon varauksen käytön jälkeen
- Etuvastus rajoittaa virtaa ja zenerdiodi reguloi/stabiloi jännitteen.



Kaksi-napainen virta-kytkin	Sulake Häiriön-poistokond. Maadoitus	Muuntaja	Kokoaalto-tasasuuntaus-silta	Elektro-lyytti-konden-saattori	Purkaus-eli bleeder-vastus	Kela eli kuristin	Etu-vastus	Zener-diodi	Tasa-virta ulos tulo

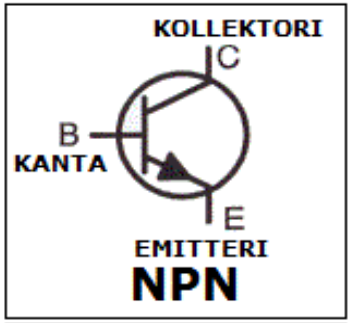
T1-moduulin kysymyksiä:

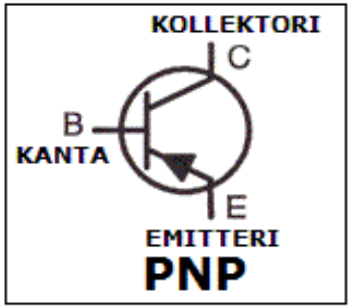
10038 10040 10042 10043 10048

Transistori

Transistori on puolijohteista - piistä, galliumarsenidista tai germaniumista - valmistettu aktiivinen komponentti. (Aktiivisiksi komponenteiksi sanotaan sellaisia komponentteja joissa toisen jännitteen tai virran avulla voidaan ohjata komponentin kautta kulkevaa virtaa.) Rakenteellisesti transistori sisältää kaksi diodia, jotka on kytketty ”seläkkäin”.

Transistoreita on kahta perustyyppiä: bipolaari- ja kanavatransistoreja:

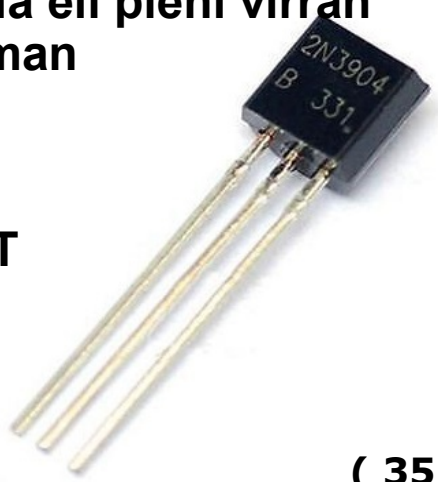




Bipolaaritransistoreita on edelleen kahta päätyyppiä: NPN-transistorit ja PNP-transistorit. Niissä on kolme elektrodia: kanta B, kollektori C ja emitteri E.

Bipolaaritransistorit ovat virtavahvistajia eli pieni virran muutos kannalla B saa aikaan suuremman virtamuutoksen kollektorin C ja emitterin E välillä.

Kanavatransistoreista tunnetuin on FET transistori, jonka johtimia merkitään: G (gate), D (drain) ja S (source)



T1-moduulin kysymyksiä:

02017 02018 02019 02030 02052 02056

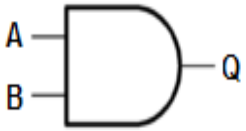
Loogiset piirit

Loogisissa piireissä on yleensä kaksi sisäänmenoa ja yksi ulostulo. ”Totuustaulukon” tekeminen helpottaa ratkaisun löytämistä.

”AND” (JA) -piirissä molemmissa sisäänmenoissa täytyy olla virtaa TOSI (1), ennenkuin ulostulossa on virtaa TOSI (1) .

Logiikan mukaan: A:n pitää olla TOSI (1) ja B:n pitää olla TOSI (1), jotta ulostulo Q olisi TOSI (1). Mikäli virtaa ei ole, on kyseessä EPÄTOSI (0)

(A) Jos sinulla on rahaa (1) ja
(B) Kauppa on auki, (1)
(Q) Sinä ostat kaupasta karkkia (1)



Sekä A ja B pitää olla TOSIa (1), jotta myös Q olisi TOSI (1

"AND" (JA) -PIIRI

sisäänmenot A	B		ulostulo Q
1	1	=	1
1	0	=	0
0	1	=	0
0	0	=	0

”OR” (TAI) -piirissä joko A:n tai B:n pitää olla TOSI (1), jotta ulostulo Q olisi TOSI (1):

(A) Jos olet syntynyt 12. helmikuuta (1) tai
(B) jos olet syntynyt 31. tammikuuta (1),
(Q) olet horoskoopiltasi Vesimies (1)

"OR" (TAI) -PIIRI

sisäänmenot A	B		ulostulo Q
1	1	=	1
1	0	=	1
0	1	=	1
0	0	=	0

AND (JA)-piiri: 02074 02075

OR (TAI)-piiri: 02066 02067 02072 02073

Kumpikin piiri: 02061 02062 02077

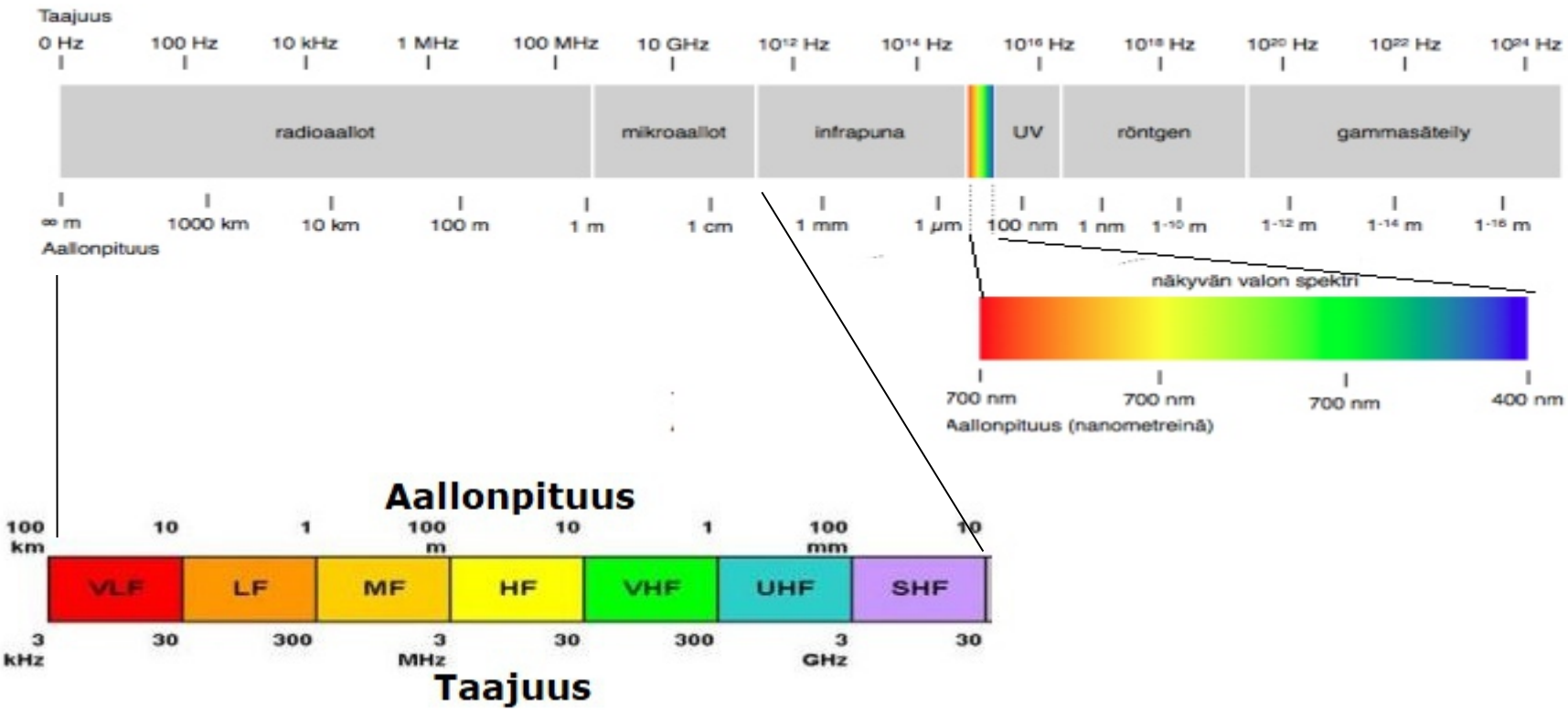
4 Taajuus ja aallonpituus

Spektriä

Koko spektri

Sähkömagneettinen säteily

Radioaallot ovat osa sähkömagneettista säteilyä, energiaa, kuten näkyvä valo, röntgenaallot ja gammasäteily, - taajuusalueeltaan 3 Hz – 300 GHz.



T1-moduulin kysymyksiä:

01010

Mitä on sähkömagneettinen säteily?

4 Taajuus ja aallonpituus

Www.oh3ac.fi/WeZCD.gif

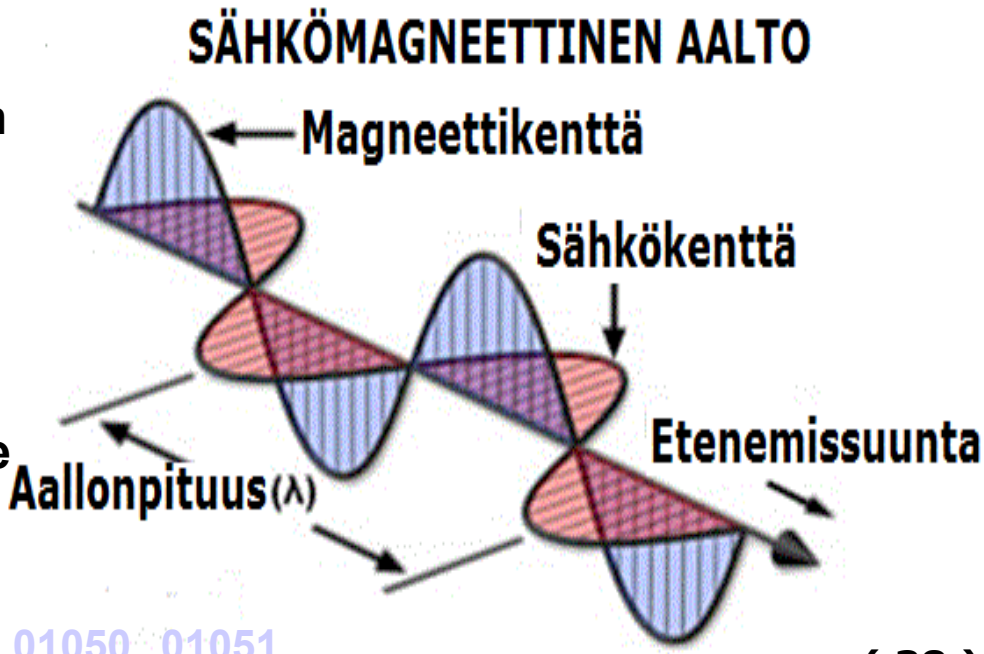
Spektriä

Sähkömagneettinen säteily

Sähkömagneettisessa säteilyssä ovat mukana sekä sähkökenttä että magneettikenttä. Ne ovat kohtisuorassa (90 asteen kulmassa) toisiaan ja etenemissuuntaa vastaan. (Maxwell: Sähkövarausta ympäröi aina säteittäinen sähkökenttä, ja sähkövirtaa ympäröi pyörteinen magneettikenttä. Sähkö- ja magneettikenttä ovat samassa vaiheessa ja kohtisuorassa toisiaan ja myös aaltoliikkeen etenemissuuntaa vastaan. Lisäksi ajallisesti muuttuva magneettikenttä saa aikaiseksi pyörteisen sähkökentän ja muuttuva sähkökenttä pyörteisen magneettikentän.)

Avaruudessa (tyhjiössä) sähkö-Magneettisen säteilyn nopeus on 300 000 km/s (299 792.458 km/s), väliaineessa (esim. ilmassa tai syöttöjohdossa) vähemmän.

Sähkömagneettinen kenttä tarvitsee antennin sovittajaksi syöttöjohdon ja avaruuden välille sekä lähetyksessä että vastaanotossa.



T1-moduulin kysymyksiä:

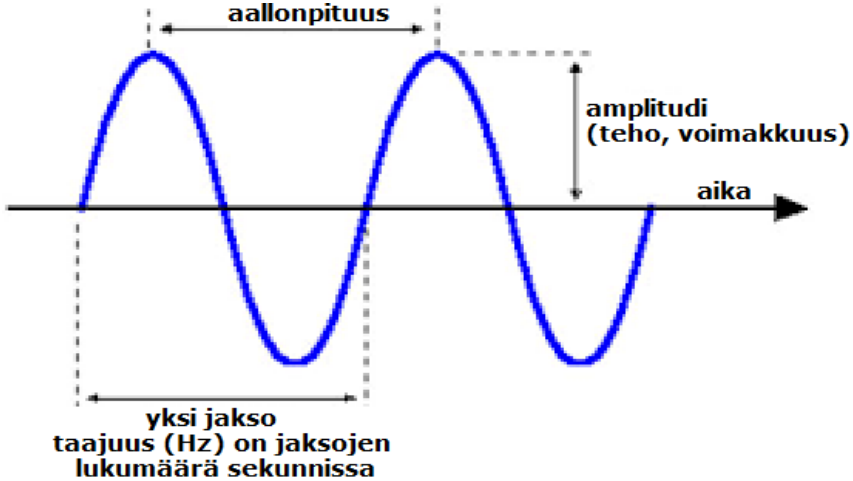
01008 01009 01010 01011 01024 01050 01051

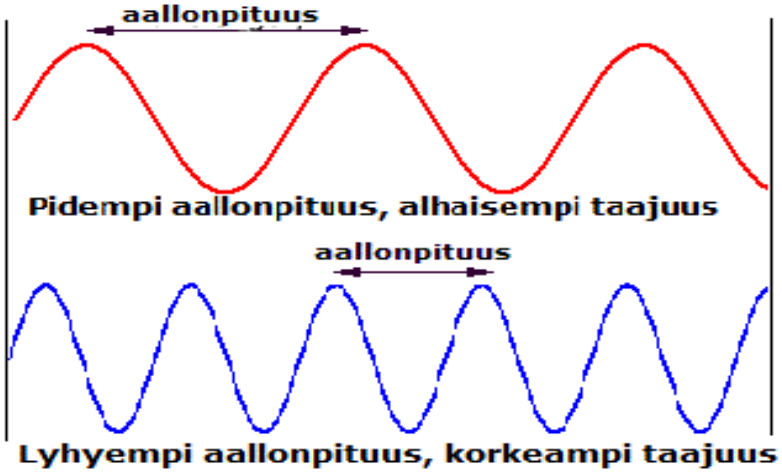
Taajuus

Taajuus kertoo värähtelyjen lukumäärän sekunnissa ja sen yksikkö on Hertsi (Hz). Yksi hertsi on radiotaajuuksilla hyvin pieni yksikkö, paljon yleisempi on megahertsi (MHz) eli miljoona värähdystä sekunnissa.

Aallonpituus tarkoittaa nimensä mukaisesti yhden värähdyksen eli aallon pituutta metreinä. Koska radioaallot kulkevat 300.000 km sekunnissa, aallonpituus kertoo, kuin pitkän matkan radioaalto kulkee yhden jakson (taajuuden) aikana eli aallon huipusta huippuun välisenä aikana.

Aallonpituus on erittäin tärkeä mitta esimerkiksi antenneja tehtäessä.





T1-moduulin kysymyksiä:

01063 07001

4 Taajuus ja aallonpituus

Aina 1960-luvulle saakka käytettiin taajuudesta sanaa ”jakso” (cycle) ja merkittiin kc (= kHz)

Taajuuden ja aallonpituuden laskeminen

Aallonpituus saadaan laskettua taajuudesta - ja päinvastoin - hyvin yksinkertaisella kaavalla:

$$\frac{300}{\text{taajuus (MHZ)}} = \text{aallonpituus metreinä}$$

tai

$$\frac{300}{\text{aallonpituus (m)}} = \text{taajuus (MHZ)}$$

Jos taajuus on 100 MHz, sen aallonpituus on 300/100 (MHz) = 3 metriä.
Jos aallonpituus on 3 metriä, sen taajuus on 300/3 (m) = 100 MHz.

Radioamatööritaajuuksia kutsutaan myös niiden aallonpituutta vastaavalla nimellä, esimerkiksi 145 MHz:n aluetta kutsutaan 2 metrin alueeksi, koska aallonpituus on 2 m luokkaa.

Esim:	1,8 MHz = 160 m alue	14 MHz = 20 m alue	28 MHz = 10 m alue
	3,5 MHz = 80 m alue	18 MHz = 17 m alue	50 MHz = 6 m alue
	7 MHz = 40 m alue	21 MHz = 15 m alue	144 MHz = 2 m alue
	10 MHz = 30 m alue	24 MHz = 12 m alue	432 MHz = 70 cm alue

T1-moduulin kysymyksiä:

06007 06012 06014 06016 06018 06020 06022 06024 06026 06028 06030
06008 06013 06015 06017 06019 06021 06023 06025 06027 06029

Kideoskillaattori

Jos haluat vastaanottaa tai lähettää radiolähetettä, tarvitset aina värähtelijän eli oskillaattorin, joka värähtelee halutulla taajuudella.

Yksinkertaisin oskillaattori on kide, joka alkaa värähdellä sille ominaisella taajuudella, kun siihen kytketään jännite (ns. pietsosähköinen ilmiö).

Kiteitä käytetään tietokoneessa, televisiossa yms, kun halutaan saada aikaan yksi, tietty taajuus.

Wikipedia: Kide on pietsosähköinen elektroniikan komponentti, joka on yleensä kvartsia. Kytkennässä kide värähtelee mekaanisesti ominaisvärähtelytaajuudellaan ja toimii sähköisenä resonanssipiirinä.

Suuren induktanssin ja pienen sisäisen resistanssin vuoksi piirin hyvyysluku on suuri ja siten kideoskillaattorin värähtelyn spektri on hyvin kapea. Lisäksi kiteen toimintataajuuden lämpötila- ja jänniteriippuvuus ovat suhteellisen vähäisiä joten värähtelytaajuus on erittäin vakaa. Vakautta voidaan edelleen parantaa lämpötilakompensoinnin avulla.

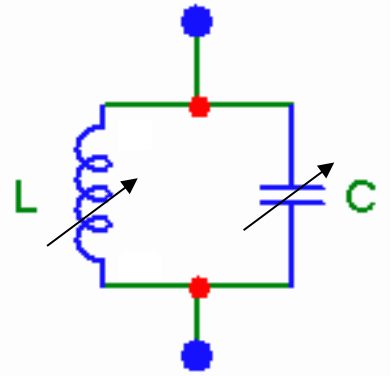
T1-moduulin kysymyksiä:

02057

5 Modulaatio

Q-arvo

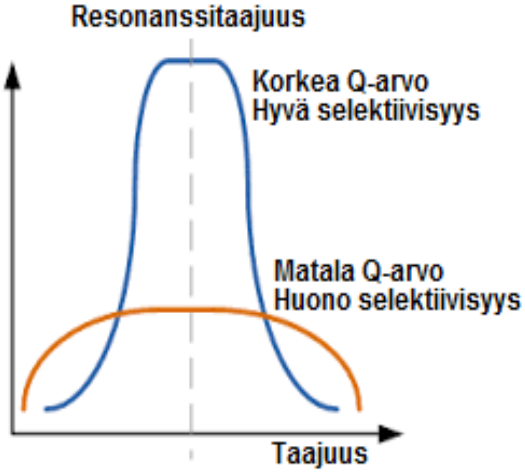
Q-arvo ja Q-kertoja



Rinnakkaisresonanssipiiri
(Resonanssissa oleva taajuus ei mene "läpi"

Oskillaattorin voi valmistaa myös kelasta ja konden-saattorista. Värähtelytaajuus riippuu näiden arvoista, ja värähtelytaajuuden voi tehdä säädettäväksi.

Värähtelypiirin hyvyys ilmoitetaan ns. Q -arvona. Mitä pienempi Q-arvo on, sitä enemmän piirissä on häviöitä. Kiteessä tapahtuu vähän häviöitä, joten sen Q-arvo on erittäin korkea (satoja). Kela-kondensaattoripiirin (ns. LC-piiri) Q-arvoa voidaan parantaa käyttämällä hopeoitua kelaa ja ilmaeristeistä kondensaattoria



Jos vastaanottimen värähtelypiirin Q-arvo on korkea, sen valintatarkkuus eli selektiivisyys on hyvä ja lähekkäin olevat radioasemat voidaan erottaa toisistaan.

Vastaanottimissa voidaan käyttää myös Q-kertojaa valintatarkkuuden parantamiseen. Q-kertoja on viritettävä suurtaajuusvahvistin, jossa osa vahvis-tetusta signaalista syötetään takaisin sisääntuloon.

T1-moduulin kysymyksiä:
02024 02087 03025

Kantoaallon modulointi

Jos rakentaa 3.5 MHz:n taajuudella toimivan lähettimen, tarvitsee värähtelijän (oskillaattorin), joka tuottaa 3.5 MHz:n taajuuden kanto-aallon. Jotenkin kantoaaltoon pitää voida liittää myös informaatiota (puhetta, dataa yms).Tätä kutsutaan kantoaallon moduloinniksi.

Yksinkertaisin tapa moduloida kantoaaltoa on laittaa se päälle tai pois. Tätä kutsutaan sähkötykseksi. (CW)

Kantoaaltoon voidaan lisätä puhetta. Tämä voidaan tehdä monella tapaa ja se toteutetaan yleensä lähettimen modulaattorissa. (Demodulointi on modulaation vastakohta eli informaation esille saamista moduloidusta signaalista.) Yksinkertaisin tapa monista on AM-modulaatio.

Ihmisen puheen taajuuksista (lisätieto)

Myös ihmisen puhe on värähtelyä, jonka taajuus on n. 80-10.000 Hz. Korva kuulee jopa 20.000 Hz saakka. Puheen ja musiikin selkeydelle ja kirkkaudelle tärkeä taajuusalue on n. 2.000-6.000 Hz.

Puheen ymmärrettävyyteen riittää kuitenkin, kun kuulet siitä 3.000 Hz eli 3 kHz leveän alueen. Puhe vaatiikin tämän levyisen kaistanleveyden kantoaaltoa moduloitaessa. Mutta esim. pelkkä 1.000 Hz:n signaali tarvitsee kaistanleveyttä vain tuon 1 kHz:n verran.

T1-moduulin kysymyksiä:

01013 01037 01053 01059 02050

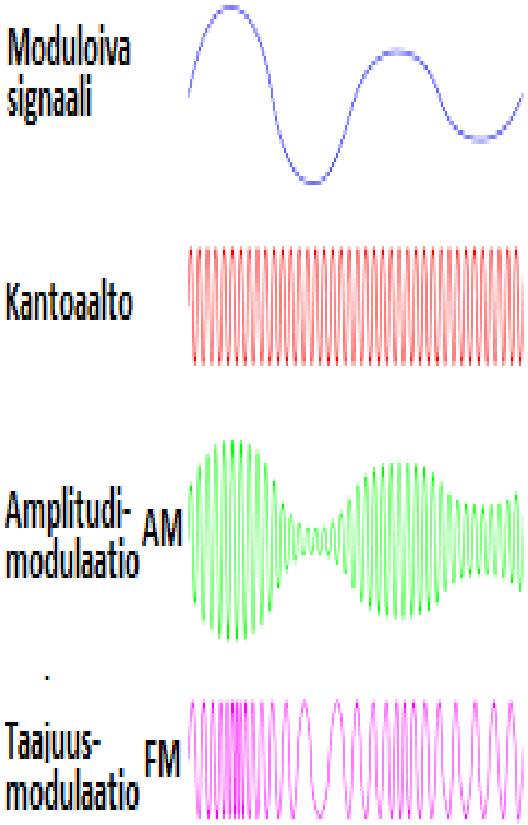
AM- ja FM -modulaatio

AM- eli amplitudimodulaatiossa kantoaallon voimakkuus muuttuu puheen voimakkuuden tahdissa ja kantoaallon molemmin puolin muodostuu 3 kHz:n sivukaistat, jotka ovat toistensa peilikuvia. Kaistanleveys on siis 6 kHz.

Tämä 3 kHz leviää AM -modulaatiossa lähetystaajuuden kummallekin puolelle eli jos puhut taajuudella 3600 kHz puheesi leviää 3597 - 3600 ja 3600 - 3603 kHz:lle eli 6 kHz leveydelle.

FM- eli taajuusmodulaatiossa kantoaallon taajuuden annetaan vaihdella hieman puheen tahdissa. Kantoaallon hetkellinen taajuus muuttuu siis moduloivan signaalin amplitudin mukaisesti.

Kantoaallon voimakkuutta pidetään vakiona: parempi häiriösieto kuin AM-lähetteillä, sillä informaatio on taajuusmuutoksena eikä suoraan signaalin voimakkuutena. FM:n kaistanleveys on aina 6 kHz ja spektrin osiin kuuluu sivukaistoja.



T1-moduulin kysymyksiä:

01014 01022 01023 01039

5 Modulaatio

SSB =Single Side Band

Kaistanleveys on AM-modulaatiossa (6 kHz) turhan suuri eikä yhteyteen tarvita kaikkia lähetteen osia. Niinpä kantoaalto vaimennetaan ja toinen (identtisistä) sivunauhoista poistetaan. Puhutaan SSB- eli yksisivunauhalähetteestä. .

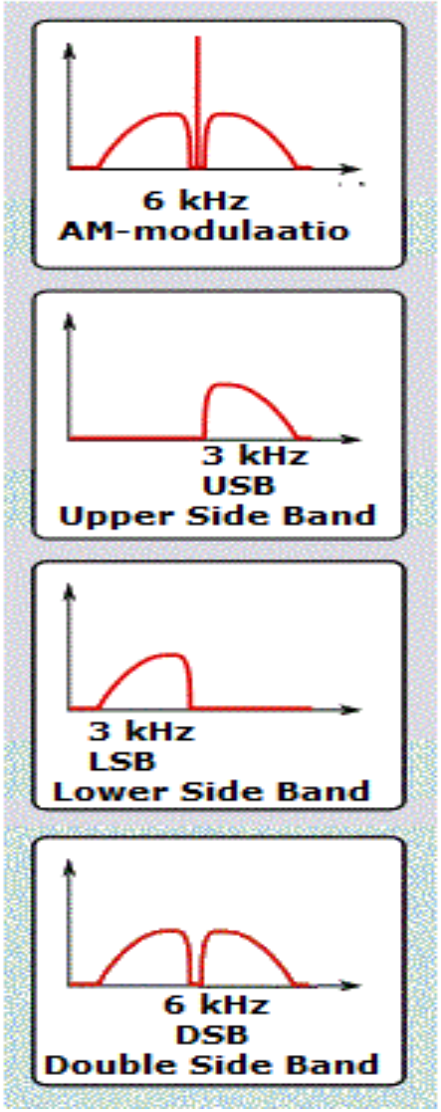
Lähetystaajuuden ala- tai yläpuolelle jäävät kaistat ovat:
- alempi sivunauha, ”LSB” (lower sideband) (3 kHz)
- ylempi sivunauha, ”USB” (upper sideband) (3 kHz)

Jos pelkästään kantoaalto on vaimennettu, mutta kumpikin sivunauha jätetty, on kyseessä vähän käytetty ”DSB” eli double side band. (6 kHz)

Koska AM-moduulaatiossa kantoaaltoon ja kahteen sivunauhaan käytetty teho käytetään nyt vain yhteen sivunauhaan, on SSB tehokas modulaatiotapa.

Vaihemodulaatiota käytetään PSK-digimodessa.

Alabandeilla (1.8, 3.5 ja 7 MHz) käytetään LSB-lähetettä, muilla alueilla USB -lähetettä.



T1-moduulin kysymyksiä:

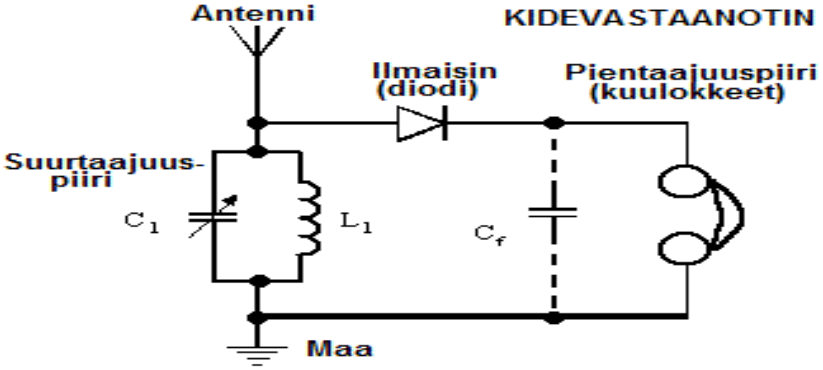
01015 01016 01038 01045 01046 01047

6 Vastaanottimet

Suora vastaanotin

Kaikkein yksinkertaisin AM-vastaanotin on ns. suora vastaanotin, jossa on ainoastaan oskillaattori (suurtaajuuspiiri) ja ilmaisin (verhokäyräilmaisindiodi), jossa ääni erotetaan kantoaallosta sekä pientaajuusaste (kuulokkeet). Tällaista vastaanotinta kutsutaan myös vanhalla nimellä ”kidevastaanotin.”

Kidekoneen suurtaajuuspiiri on resonanssipiiri, joka ei päästä lävitseen sen resonanssi-taajuutta.



Suoran vastaanottimen etuna ovat laitteiston yksinkertaisuus ja herkkyys eli heikotkin asemat saadaan kuuluviin. Huono puoli on huono selektiivisyys eli pari asemaa kuuluu kerralla. Sitä voidaan parantaa suurtaajuusvahvistimella (Q-kertoja), mutta resonanssi-taajuus voi vuotaa antennin kautta häiritsemään muita vastaanottimia.

T1-moduulin kysymyksiä:

01014 04024 04033 04010 04025 04023 04020 04031 04005 04013 04040

Suorasekoitusvastaanotin

Antennista tulevaan taajuuteen sekoitetaan oskillaattorista tuleva haluttu kuunneltava taajuus, jolloin sekoitustuloksena syntyy kuuloalueella oleva äänitaajuinen signaali sekä korkea ei haluttu signaali. Informaatio saadaan alipäästösuodattamalla sekoitustulos, varsinaista ilmaisua ei tarvita.

Tyypillistä on huono selektiivisyys, koska asemien erottelu tapahtuu vasta pientaajuusasteessa, ilmaisimen jälkeen. Sekä SSB- että CW-lähete muutetaan suoraan audiotaajuudeksi.

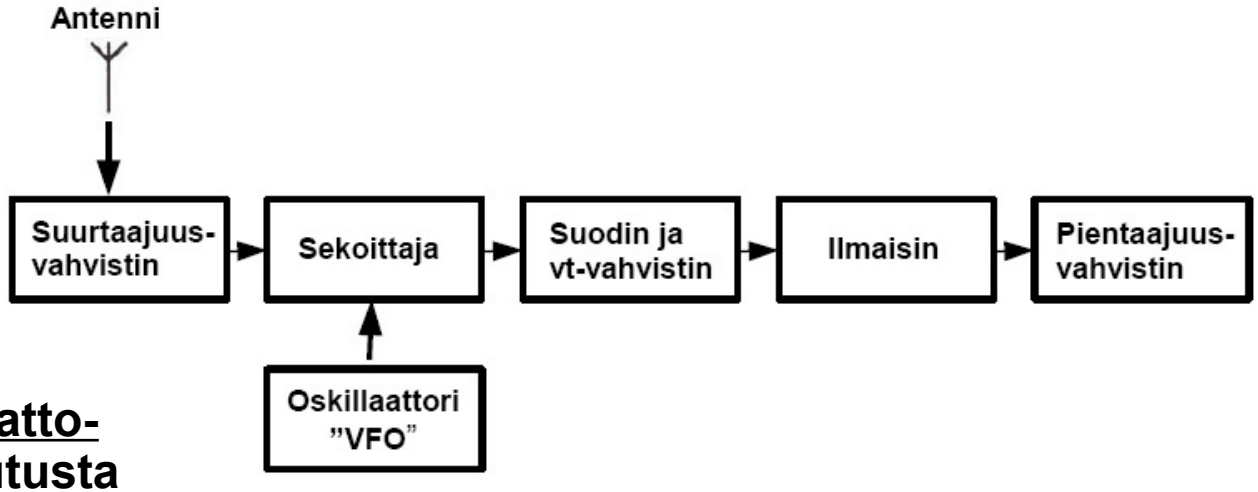
Erilaisia oskillaattoreita:
- **kideoskillaattori**
- **säädettävä oskillaattori VFO (Colpitts ym.)**
- **taajuussyntetisaattori**
- **jännitesäätöinen oskillaattori VCO**

T1-moduulin kysymyksiä:

04009 04036 04019

Supervastaanotin pääpiirteittäin

Supervastaanotin tulee lyhenteenä sanoista ”Superheterodyne vastaanotin.” Nykyään lähes kaikki vastaanottimet ovat ns. supervastaanottimia.



Suurtaajuus-vahvistimessa vahvistetaan antennista tuleva värähtely ja ohjataan se sekoittajaan.

(Paikallis-)Oskillaattorissa luodaan halutusta kuuntelutaajuudesta hieman eroava taajuus ja ohjataan sekoittajaan.

Sekoittajassa syntyy molempien taajuuksien summa ja erotus. Yleensä summataajuus poistetaan suotimessa, joka määrää kaistanleveyden. Näin syntyy välitaajuus, jota on helpompi käsitellä kuin pelkkää suurtaajuutta. Välitaajuus etenee vt-vahvistimeen ja ilmaisimeen, jossa äänitaajuinen signaali erotetaan radiotaajuisesta signaalista (demodulaatio). Äänitaajuus vahvistetaan vielä ennen kuulokkeita tai kaiuttimia pt-vahvistimessa.

Superin ominaisuudet ja osat:
04038 04028 04034 04022 04037 04032

Sekoittaja:
04016 04003 04026 04035 04041

Antenni
Suurtaajuus-vahvistin
Sekoittaja
Suodin ja vt-vahvistin
Ilmaisin
Pientaajuus-vahvistin
Oskillaattori "VFO"
BFO- eli apu-oskillaattori</antenna_ref_id>

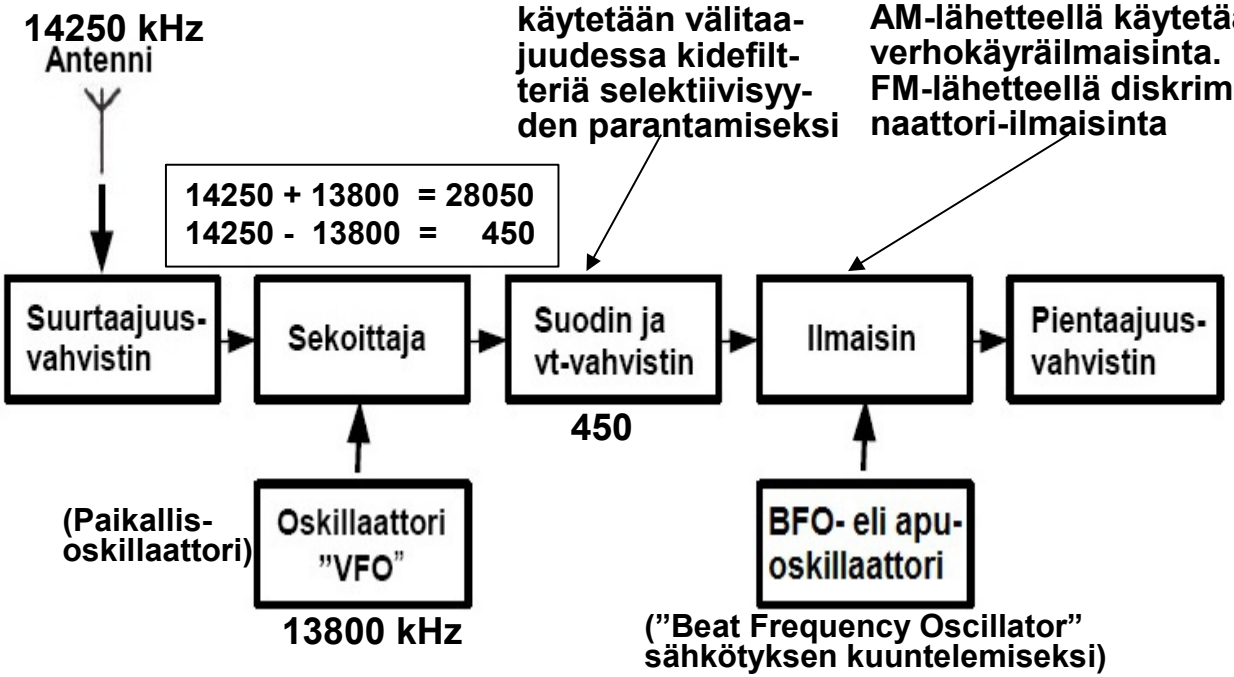
Supervastaanotin yksityiskohtaisemmin

Haluat kuunnella taajuudella 14250 kHz olevaa asemaa. Käännät asema-valitsimen eli paikallisoskillaattorin (VFO) taajuudelle 13800 kHz. Sekoittajassa syntyy molempien taajuuksien summa ja erotus:

14250 kHz + 13800 kHz = ~~28050 kHz~~
14250 kHz - 13800 kHz = 450 kHz

Näistä suodatetaan korkeampi taajuus pois, jolloin jäljelle jää 450 kHz:n välitaajuus.

Välitaajuus on aina kiinteä taajuus! Kuunneltava taajuus tulee (kiinteän) välitaajuuden ja VFO:n erotuksesta!



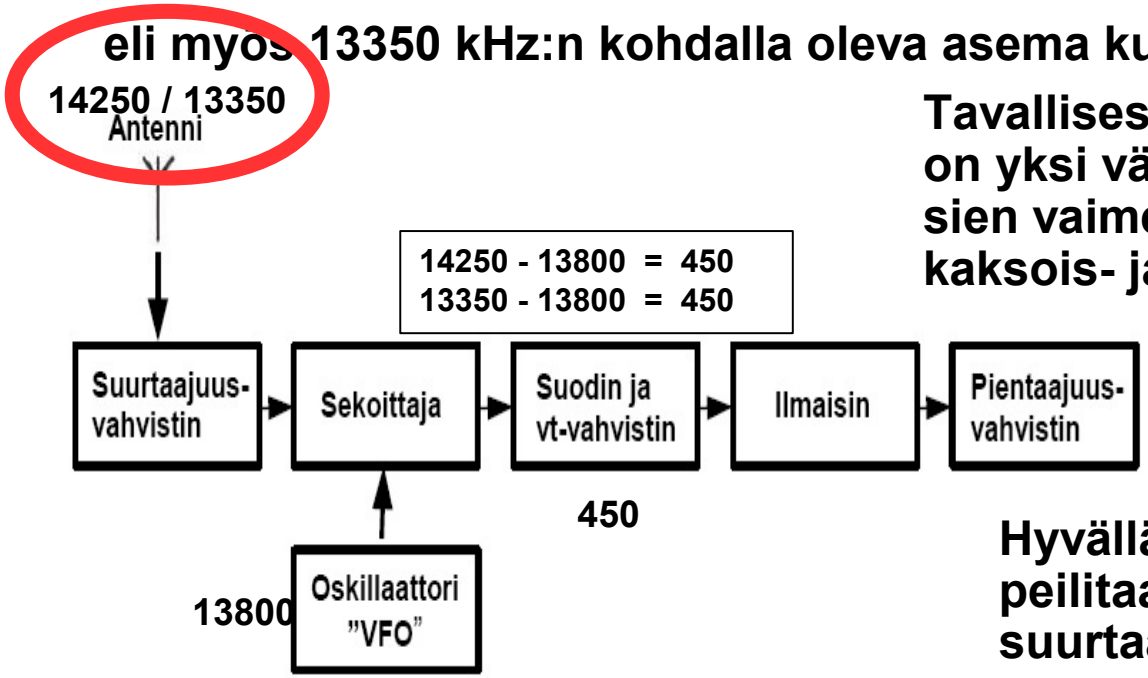
St-vahv: 04002
Kide- ja vt-suodin: 03024 04017 09017 04027
Vt-vahvistin: 04004 04012
Ilmaisin: 04011 04040
PT-vahvistin: 04006 04021

Peilitaajuudet

Supervastaanottimen ongelmana ovat ns. peilitaajuudet. Peilitaajuudella tarkoitetaan taajuutta, joka on välitaajuuden (tässä esimerkissä 450 kHz) päässä paikallisoskillaattorin (VFO) taajuudesta, sen ”toisella puolella”

13800 kHz + 450 kHz = 14250 kHz
13800 kHz - 450 kHz = 13350 kHz

eli myös 13350 kHz:n kohdalla oleva asema kuuluu vastaanottimesta!



Tavallisessa supervastaanottimessa on yksi välitaajuus, mutta peilitaajuuksien vaimentamiseksi on kehitetty kaksois- ja kolmoissupereita, joissa nimensä mukaisesti on kaksi tai kolme välitaajuutta.

Hyvällä suunnittelulla suuri osa peilitaajuuksista voidaan poistaa jo suurtaajuusasteessa.

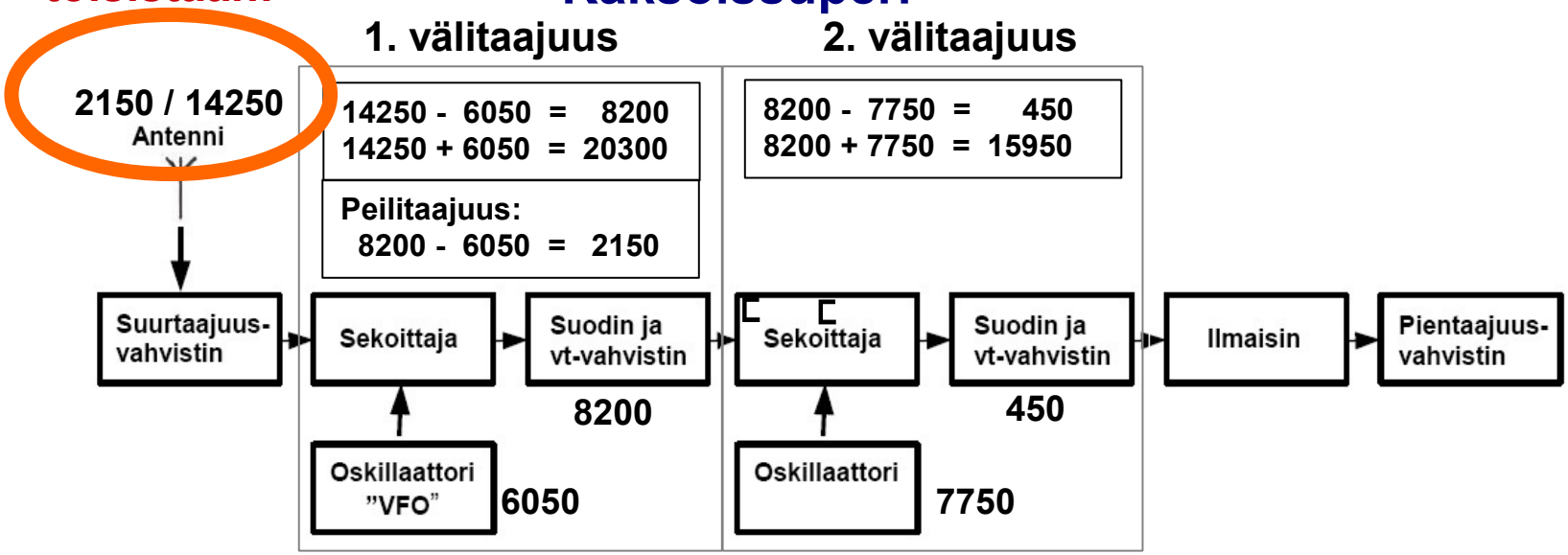
T1-moduulin kysymyksiä:
04001 04007 04039 04018

Välitaajuus-laskuja:
04042 04043 04044 04045 04046 04047

6 Vastaanottimet

= kaukana toisistaan!

Kaksoissuperi



Kaksoissuperin välitaajuudet ovat usein 8200 kHz ja 450 kHz. Jos kuunneltava taajuus on 14250 kHz, VFO:n taajuus on 14250 - 8200 = 6050 kHz.

Koska kuuntelutaajuuden ja peilitaajuuden ero on paljon suurempi kuin tavallisessa superissa, on se huomattavasti helpompi suodattaa pois.

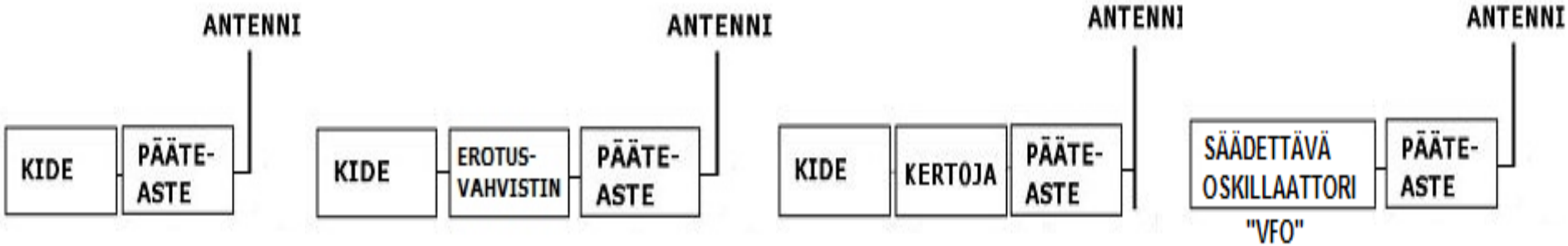
Toinen merkittävä etu on, että vahvistus voidaan toteuttaa useammassa asteessa: vastaanotin on vakaampi ja sisäisten häiriöiden (värähtely) riski on vähäisempi. Myös pienempi välitaajuus (450 kHz) helpottaa ilmaisua.

T1-moduulin kysymyksiä:

04029 04008 04014 04015 04030

Sähkötyslähetin

Yksinkertainen lähetin saadaan yhdellä taajuudella värähtelevästä kide-oskillaattorista ja pääteasteesta (-vahvistin.) Katkomalla kiteen antamaa kantoaaltoa vaikkapa käyttöjännitteellä saadaan antenniin sähkötystä!



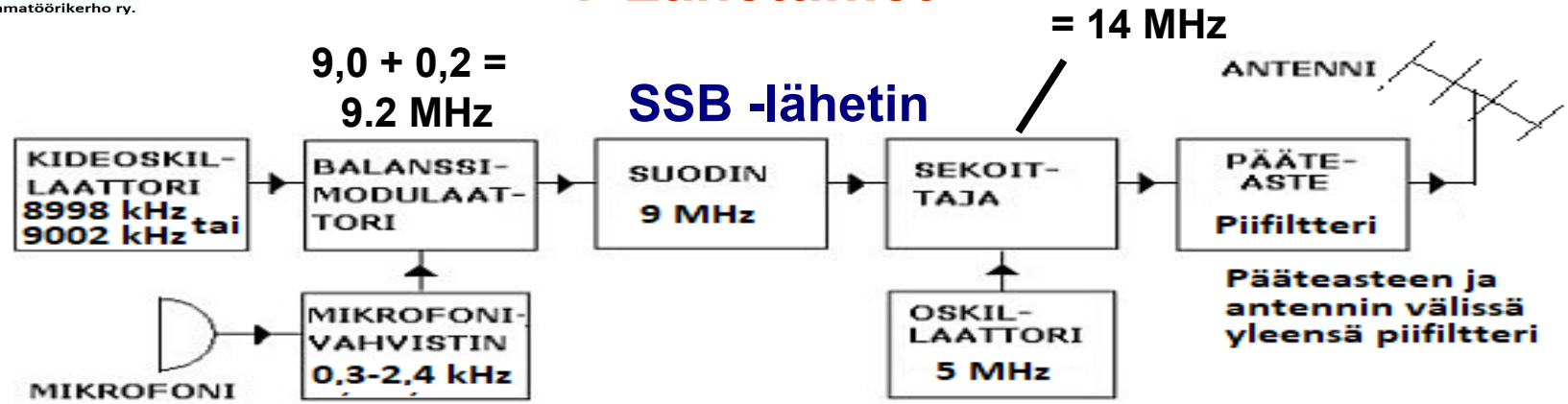
Kide värähtelee vain yhdellä taajuudella, mutta lisäämällä lähettimeen kertoja, kiteen antama taajuus saadaan esim. kaksin- tai kolmin-kertaiseksi, jolloin päästään lähettämään korkeammallakin taajuudella.

Kiteen suurtaajuusteho tai tavallisessa lähettimessä muodostettu suur-taajuussignaali voi olla niin heikko, ettei sillä vielä saisi yhteyttä. Lähetti-men pääteasteessa tai -vahvistimessa teho nostetaan tarvittavalle tasolle.

Erotusvahvistin tasaa kiteen ja pääteasteen välistä kuormaa. Kide voidaan korvata säädettävällä oskillaattorilla (”VFO”) tai taajuussyntetisaattorilla.

CW-lähettimen osat: 01053 05003 05004 05019 05025 **Kideohjaus:** 05009 05011 05023 **Kertoja:** 05012 **PA:** 05013

7 Lähettimet



SSB-lähettimen rakenne on huomattavasti monimutkaisempi kuin sähkötyslähettimen, sillä kantoaalto ja toinen sivunauha vaimennetaan. Balanssimodulaattoriin tuodaan värähtely kideoskillaattorista ja äänitaajuus mikrofonista.

Balanssimodulaattori eli balansoitu modulaattori vaimentaa kantoaallon, mutta jättää jäljelle molemmat sivukaistat. Suodin poistaa toisen sivunauhan, jonka jälkeen sekoittajassa synnytetään lähetystaajuus.

Pääteaste sovitetaan antenniin piisuotimella, joka on alipäästösuodin. Se estää yliaaltojen eli harmonisten pääsyn antenniin. Sen kytkentäkaavio muistuttaa kreikan piikirjainta.

- Tarkoittivatkohan ne ihan tämmöistä pii-suodinta?

T1-moduulin kysymyksiä: **Piisuodin:**

05017 05001 02050 02053 05002 05024 03012 05007 05014 05015

Vahvistusluokat / (Vahvistinluokat)

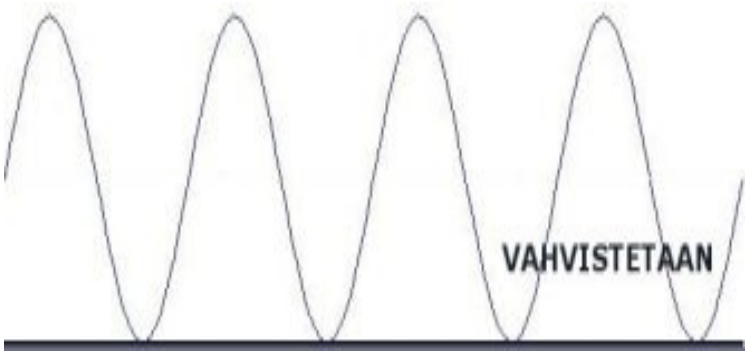
Pääteaste vahvistaa lähetteen halutun suuruiseksi. Jokaisella vahvistimella on sen vahvistusta kuvaava ominaiskäyrä – on sitten kyseessä putki-, transistori- tai muu vahvistin.

Vahvistimet jaetaan kolmeen eri luokkaan: A-, B- ja C- luokan vahvistimiin, jotka määrittelevät vahvistimen toimintapisteen ominaiskäyrällä.

Toimintapiste määrittelee myös, onko vahvistus lineaarista vai epälineaarista. SSB-lähettimen pääteaste vaatii lineaarisen vahvistimen (A- tai B) mutta sähkötykselle soveltuu myös epälineaarinen vahvistus (C).

A-luokan vahvistimessa virta kulkee koko ajan: molempien puolijaksojen ajan ja jopa ilman tulevaa aaltoa. Vahvistimen hyötysuhde on erittäin huono, n. 25 %, mutta sitä käytetään mm. pientaajuisissa äänivahvistimissa joissa halutaan korkealaatuista, säröytymätöntä vahvistusta.

Koko aalto vahvistetaan!

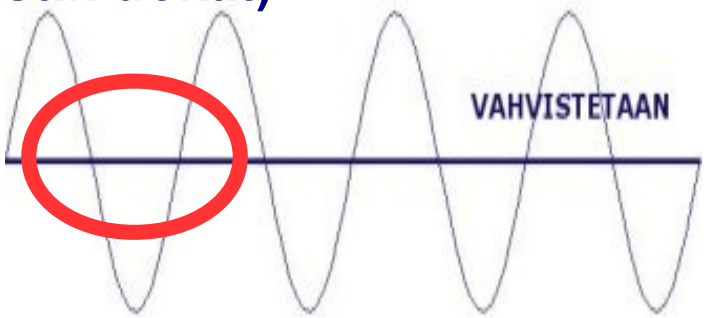


SSB:
05016

A-luokka:
02034 05021 02035

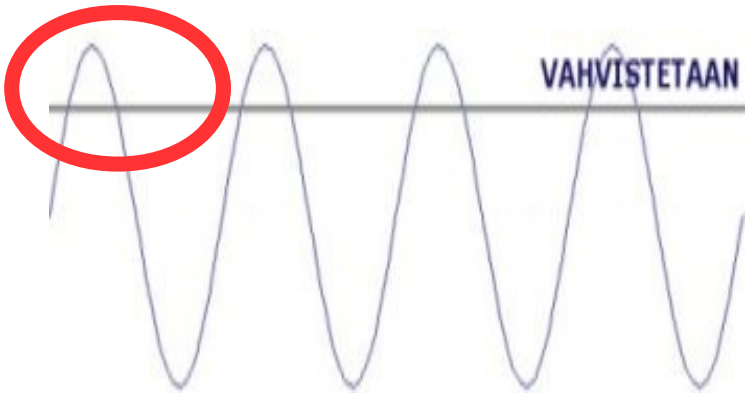
Vahvistusluokat / (Vahvistinluokat)

B-luokan vahvistimessa virta kulkee vain siniaallon toisen puoliskon aikana, hyötysuhde parhaimmillaan n. 75 %. B-luokan vahvistinta voidaan käyttää sähkötys- ja FM-lähettimissä sekä taajuudenkertoja-asteissa ja SSB-lähettimen pääteasteena.



C-luokan vahvistin toimii vain siniaallon huipun aikana. Tällaista vahvistinta käytetään mm. sähkötys- ja FM-lähettimissä sekä taajuudenkertoja-asteissa ja sen hyötysuhde on erittäin hyvä, jopa 90 %.

C-luokan vahvistin vahvistaa epälineaarisesti eikä sitä voi käyttää puheen vahvistamiseen. Tämän vuoksi puhevahvistimet ovat AB- tai joskus B-luokassa.



B-luokka:
02033 02036 05022

C-luokka:
02032 05020

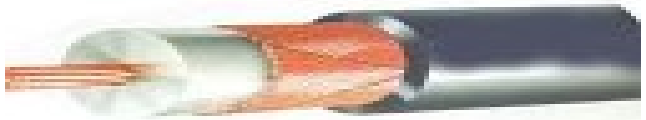
Koaksiaalikaapeli

Ulkona oleva antenni ja sisällä oleva lähetin on yhdistettävä toisiinsa. Tähän käytetään yleensä koaksiaalikaapelia.

Koaksiaalikaapeli "osat"

Koaksiaalikaapeleita on paksuja ja ohuita. Yleisimmät impedanssit ovat 50, 60 ja 75 Ω.

Mitä ohuempi koaksiaalikaapeli on, sitä enemmän lähetystehosta häviää kaapeliin eikä pääse antenniin. Häviöt pienenevät myös kun välieristeenä käytetty muovi varustetaan ilmaonteloilla. Radioaalto etenee myös koaksiaalikaapelissa hitaammin kuin tyhjiössä.



Koaksiaalikaapelin vaimennus kasvaa nopeasti taajuuden kasvaessa. Alle 30 MHz:n taajuuksilla häviöt ovat melko pienet, mutta korkeammilla taajuuksilla asiaan on ehdottomasti kiinnitettävä huomiota. Jo 145 MHz:n taajuudella on käytettävä korkealaatuista, paksua kaapelia.

Koaksiaalikaapelin impedanssin voi mitata SWR- tai LC-mittarilla.

T1-moduulin kysymyksiä:

01009 06011 06033

Avosyöttö

Kaapelin päähän tinataan liitin. Yleisesti käytetty liitin on ns. UHF- eli PL259-liitin. Tämä liitin soveltuu alle 300 MHz:n taajuuksille, mutta korkeammilla taajuuksilla suositellaan käytettäväksi ns. N-liitintä.

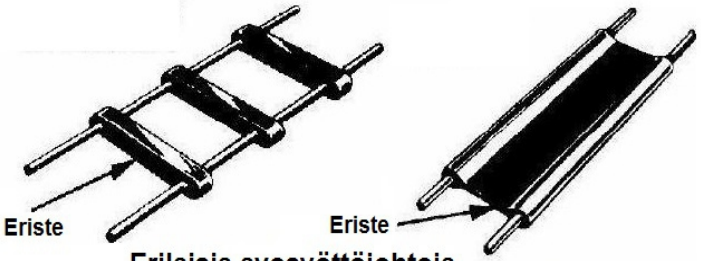
Avolinjassa eli avosyöttöjohdossa kaksi johdinta on eristetty toisistaan symmetrisesti muovieristeillä ja siinä on pienemmät häviöt kuin koaksi-aalikaapelissa. Avolinjojen impedanssi on yleensä 300-600 ohmia.

Avosyöttöjohto soveltuu hyvin alle 30 MHz:n taajuuksille, mutta syöttö-johdon ja lähettimen välille tarvitaan sovitin, koska lähettimessä on yleisesti epäsymmetrinen UHF-naarasliitin. Avolinjan käyttö VHF/UHF-alueilla on huomattavasti vaikeampaa.

PL-259 eli ns. UHF-liitin

N-liitin

UHF-naarasliitin



Erilaisia avosyöttöjohtoja

T1-moduulin kysymyksiä:

06005

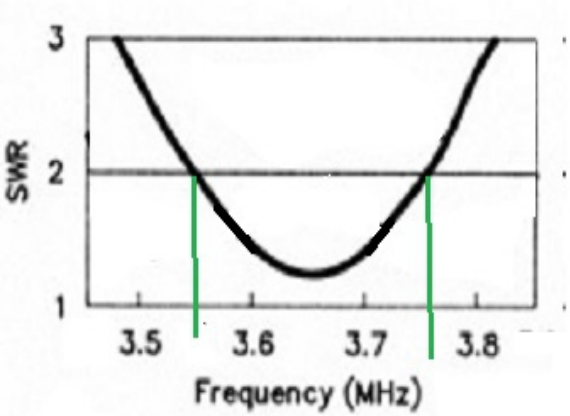
Impedanssit ja SWR (SAS)

Lähetin olettaa, että antennipistokkeessa on 50 Ω vastus lähtevälle radioaallolle. Tätä suurtaajuista vastusta kutsutaan impedanssiksi ja se mitataan myös ohmeissa! Sekä syöttökaapelin että antennin tulisi olla 50 Ω. Koaksiaalikaapeli on useimmiten 50 Ω, mutta avosyöttöjohdon kohdalla tarvitaan erikoisjärjestelyjä eli ”antenninvirityslaite.”

Jos antennin impedanssi ei ole 50 Ω, osa radioaallosta heijastuu takaisin kaapeliin ja summautuu vastaantulevaan radioaaltoon. Tästä sovitusvirheestä syntyy ”seisova aalto”.

Seisovan aallon suhde (”SWR” tai ”SAS”) kertoo kuinka hyvin antenni on sovitettu syöttöjohtoon.

Lukema voidaan mitata ns. SWR -mittarilla. Paras lukema on 1:1, mutta jos lukema on yli 2:1 lähetin voi rikkoutua väärän sovituksen vuoksi.



T1-moduulin kysymyksiä:

01064 06032 06010 06051 08011 08015 08020

Vaikea!

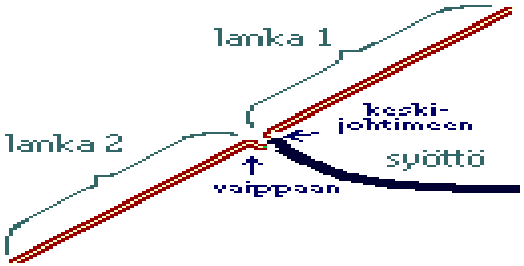
06006

9 Antennit

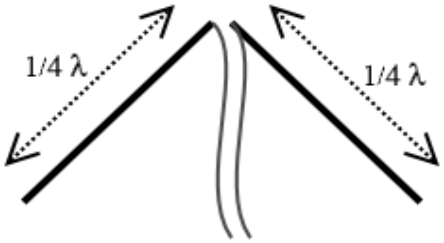
Puoliaaltodipoli

Dipoli

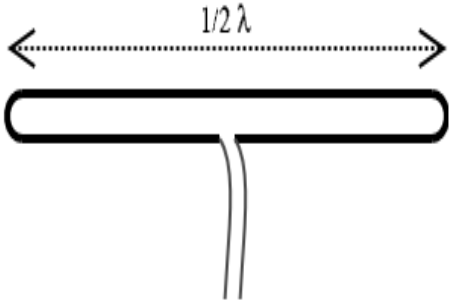
Radioamatöörin perusantenni on (puoliaalto)dipoli, jonka molemmat puoliskot ovat neljäsosa aallonpituudesta.



Puoliaaltodipoli



Inverted-V -dipoli (yksi kiinnityspiste)



Taittodipoli, impedanssi 300 Ω

Jos rakennamme dipolin taajuudelle 3,5 MHz, aallonpituus on 300/3.5 = 85.70 metriä. Neljäsosa tästä on (85,70 m / 4) = 21,40 metriä! Antennin kokonaispituudeksi siis tulee (21,40 m + 21.40 m =) n. 42 m!

Dipolin impedanssi on taajuudesta riippumatta teoriassa 73 Ω, mutta aallonpituuteen nähden lähellä maata impedanssi on lähempänä 50 Ω.

Dipoli toimii kohtalaisesti myös parittomilla kerrannaisilla eli 7.0 MHz:n dipoli toimii myös 3*7 MHz = 21 MHz:in taajuudella. Dipolin voi laittaa myös pystyasentoon, jolloin puhutaan ”pystydipolista.”

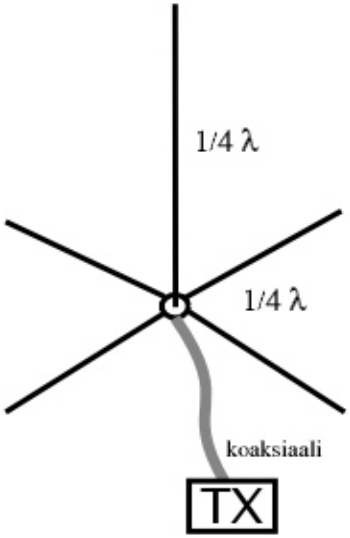
T1-moduulin kysymyksiä:

06031 06034 06035 06042

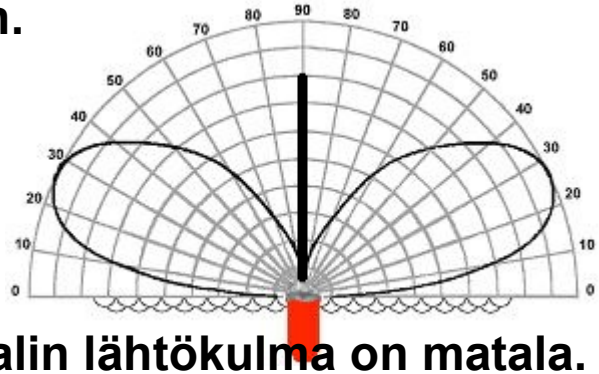
Ground Plane eli ”vertikaali”

GP eli Ground Plane eli ”vertikaali” on pystyantenni, jonka osien pituus on yleensä 1/4 aallonpituudesta. Vertikaalit eivät ole suunta-antenneja, vaan ne säteilevät kaikkiin suuntiin (ympärisäteileviä).
Ne sopivat siis hyvin mm. autoantenneiksi.

Teoriassa 1/4-aallon GP:n säteilyvastus on 36 Ω (eli puolet dipolin impedanssista), mutta taivuttamalla "jalkoja" alaspäin päästään lähelle 50 Ω:a.



Jos GP:n pituus on 5/8 aallonpituudesta, antennin vahvistus on suurimmillaan, mutta säteilyvastus ei ole 50 Ω, joten sovitusta tarvitaan.

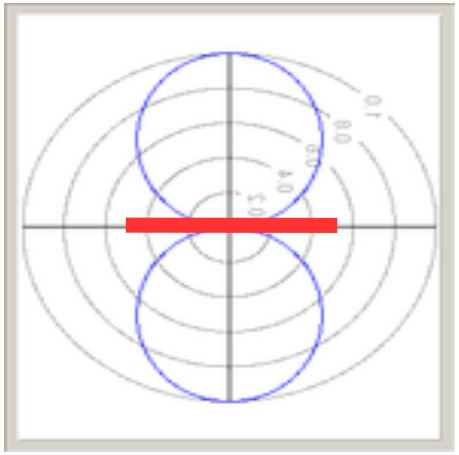


Vertikaalin lähtökulma on matala. Korkeus ei vaikuta niin voimakkaasti kuin vaaka-antenneissa.

T1-moduulin kysymyksiä:

06003

Muita antenneja



Korkealla olevan dipolin säteily on pienintä lankojen päiden suuntaan. Jos siis asut Keski-Suomessa, kannattaa antenni asentaa niin, että päät osoittavat itä-länsi -suuntaan.

Antennin vahvistusta mitataan desibeleissä. Jos verrokkina käytetään vapaassa tilassa olevaa ympärisäteilevää antennia (ns. isotrooppinen antenni), dipolin vahvistus on 2,1 dBi.

Kokoaaltosilmukka (quad) eli ”vaakaluuppi” on nimensä mukaisesti yhden aallonpituuden mittainen lanka, joka voidaan asetella myös suorakulmion muotoon. Sen säteilyvastus on 100 Ω luokkaa ja se on hyvä kotimaan antenni, sillä se ”ampuu” signaaliin suoraan ylös josta se heijastuu takaisin lähialueille.

Kaikkein yksinkertaisin antenni on pitkälanka eli long-wire (”vieteri”), joka nimensä mukaisesti on pitkä lanka vedettynä lähimpään puuhun. Pitkälangan säteilyvastus on epämääräinen, joten lähettimen ja antennin välissä tarvitaan sovitin eli ”antenninvirityslaite.”

T1-moduulin kysymyksiä:

06002

9 Antennit

Säteilijän paikkaa heijastajan ja 1. suuntaajan välissä liikuttamalla löytyy 50 ohmin kohta

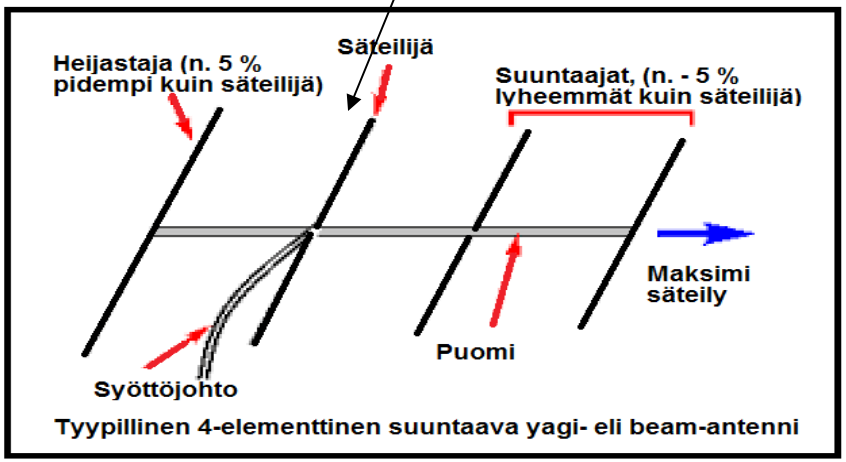
Yagi- eli beam-antenni

Suunta-antennit lähettävät nimensä mukaisesti säteilyä tiettyyn suuntaan. Tunnetuin on yagi- eli beam-antenni (”biimi”), jollainen mm. TV-antenni on.

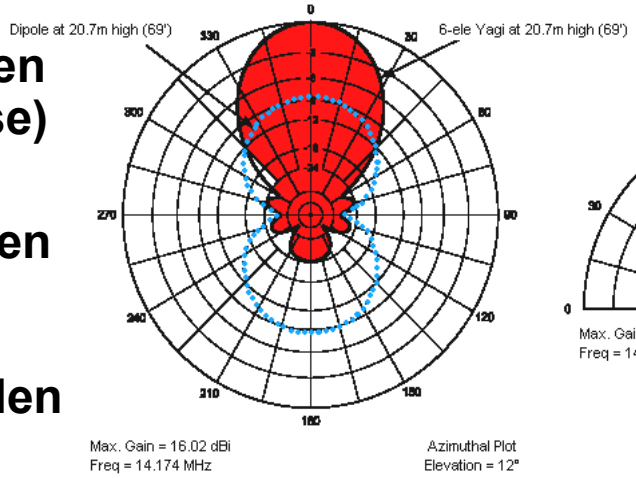
Yagi-antennin vahvistus on sitä suurempi, mitä pidempi sen puomi on.

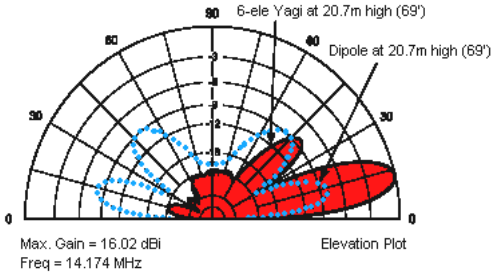
Yagiantennin yhteydessä puhutaan etu-takasuhteesta (front-to-back, ”FB”), joka kertoo maksimisuuntaan (eteen) säteilevän tehon suhteen vastakkaiseen suuntaan (taakse) säteilevään tehoon.

Taittodipolia voi käyttää kaikkien antennien säteilijänä. Sen impedanssi muuttuu kuitenkin yagirakenteessa riippuen muiden elementtien etäisyydestä.



Tyypillinen 4-elementtinen suuntaava yagi- eli beam-antenni





T1-moduulin kysymyksiä:

06004 06009

Yagi/beam -antennin suuntakuvio ja lähtökulma

Antennien mitoitus

Antennit rakennetaan yleensä koko-, puoli- tai neljännesaallon pituisiksi
Antennin tyypillä (dipoli, vertikaali jne) ei ole merkitystä. Tällöin:

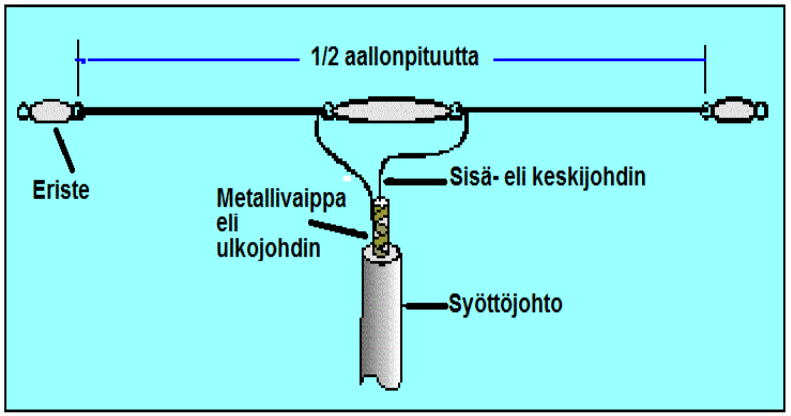
- **kokoaalto-antennin (1/1) pituus on sama kuin ko. aallonpituus**
- **puoliaalto-antennin (½) pituus on puolet aallonpituudesta**
- **neljännesaalto-antennin (¼) pituus on neljännes aallonpituudesta**

Esimerkki: Kun rakennetaan 7,0 MHz:lle antenni, täytyy ensin laskea taajuuden aallonpituus, joka on (300/7,0 MHz =) 42,85 m

- kokoaalto-antenni	(1/1)	on	42,85 m
- puoliaalto-antenni	(½)	on (42,85 m / 2 =)	21,42 m
- neljännesaalto-antenni	(¼)	on (42,85 m / 4 =)	10,71 m

Lisäinfo: Dipolin mitoitus

Koska sähkö kulkee metallissa hitaammin kuin tyhjiössä ja myös langan eriste ja korkeus vaikuttavat, täytyy antennia mitoitettaessa käyttää ns. lyhennyskertointa, joka on 0.94-0,98.



Antennin pituuslaskuja:

06001 06037 06039 06041 06043

06036 06038 06040 06042 06044 06045 06046 06047 06048 06049 06050

Lähtökulma ja polarisaatio

Jos HF-taajuuksilla halutaan DX-yhteyksiä kauas, antennin säteilyn pitää lähteä mahdollisimman pienessä kulmassa (matalalla) kohti horisonttia. Silloin signaali kohtaa ionosfäärin mahdollisimman kaukana ja heijastuu sieltä vastaavasti vielä kauemmas. Etenemiseen tarvitaan siis vähemmän heijastumiskertoja maan ja ionosfäärin välillä..

Vaaka-antennien lähtökulmaan vaikuttaa antennin korkeus: mitä korkeammalla, sitä matalampi lähtökulma.

Polarisaatio

Polarisaatio määritellään radioaallon sähkökentän voimaviivojen suuntaiseksi. Vaakasuoraan asennettu antenni (vaakadipoli) lähettää vaakapolaroitua (horisontaalista) radioaaltoa, kun taas pystysuorassa oleva antenni, (vertikaali) lähettää pystypolaroitua (vertikaalista) radioaaltoa.

Polarisaatio ei vaikuta radioaaltojen etenemiseen, mutta vaakatasossa oleva antenni vastaanottaa paremmin vaakapolaroitua aaltoa.

HF-taajuuksilla polarisaatio kiertyy ionosfäärissä, joten asemien polarisaatioeroa ei tavallisesti huomaa. Sen sijaan VHF-taajuuksilla vastaanotossa saattaa olla selvä ero riippuen vasta-aseman antennin polarisaatiosta.

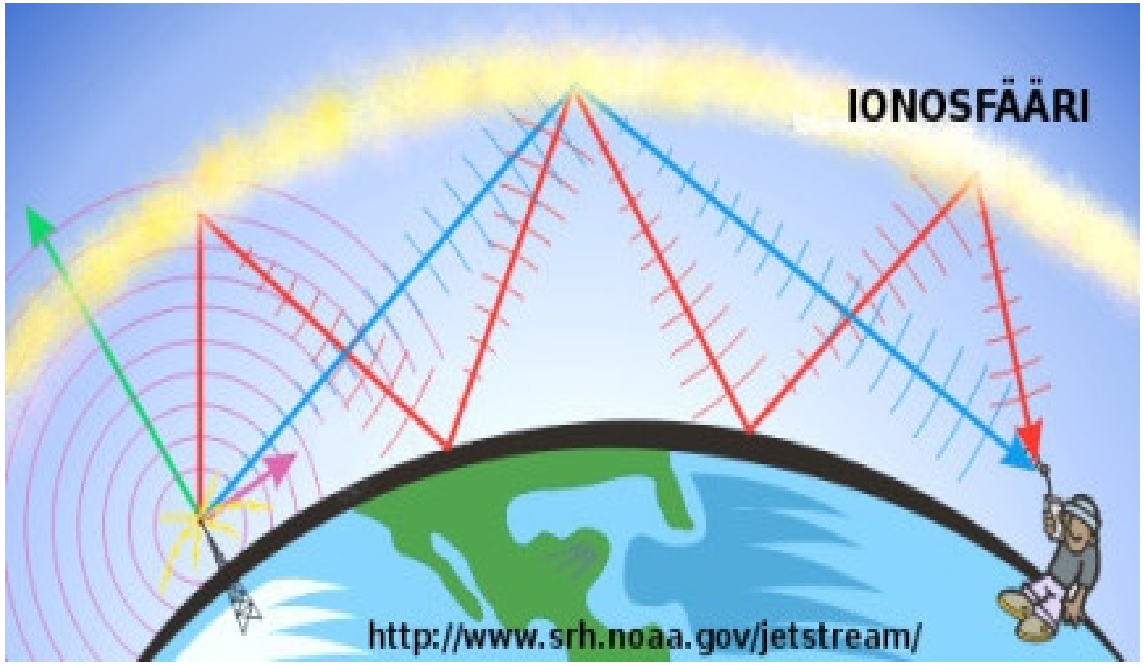
T1-moduulin kysymyksiä:
01010 01011 01012 01051 07005

10 Radioaaltojen eteneminen

Radioaalto, kuten näkyva valo, etenee suoraan. Kuitenkin ilmakerrosten lämpötilaerot yms. saavat aallon taipumaan hieman kohti maanpintaa. Taipuminen on kuitenkin niin pientä, että ilman muita tekijöitä radio-yhteydet rajoittuisivat kotimaahan, horisonttinäkymään tai ns. radio-horisonttiin. Paikallinen säätila tai ilmanpaine ei vaikuta etenemiseen, aivan erittäin lyhyitä millimetriaaltoja lukuunottamatta.

On tärkeää erottaa, että HF- ja VHF/UHF-taajuuksilla pitkien (DX-) kaukoyhteyksien saaminen perustuu aivan eri tekijöihin.

Radioaaltoa, joka etenee heijastumatta mistään, kutsutaan maa- eli pinta-aalloksi. Yhteyden pituus rajoittuu silloin radio-horisonttiin.



T1-moduulin kysymyksiä:
07001

HF-taajuudet (1)

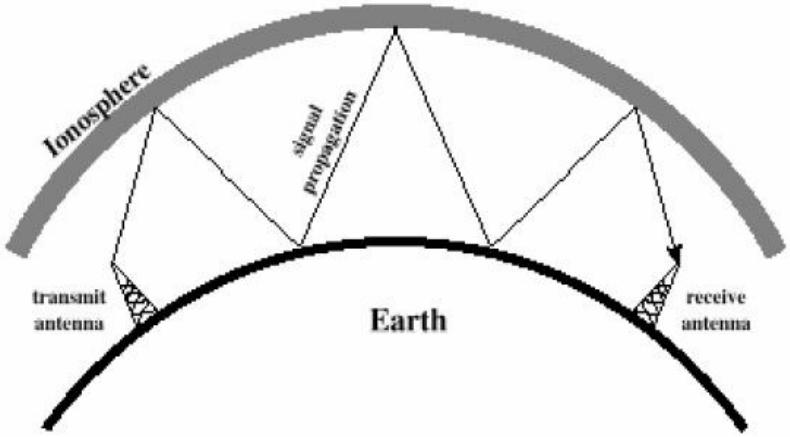
Alle 30 MHz:in taajuuksilla radioaallot heijastuvat ilmakehän yläosassa olevasta ionosfääristä, erityisesti F-kerroksesta, jolloin pitkät, kansainväliset yhteydet onnistuvat helposti. Ionosfäärivyöhyke on noin 65 - 1000 km maanpinnan yläpuolella.

VHF-taajuudet eivät heijastu vaan menevät ionosfäärin läpi!

Kun radioaalto ensimmäisen kerran heijastuu takaisin maahan tai mereen - heijastuakseen taas takaisin ionosfääriin - jää sen ”alle” kuollut alue, katve, jossa signaali ei kuulu. Tämä katve voi olla jopa 100-1500 km 10-30 MHz:n alueella kun samaan aikaan esim. 3.5 ja 7 MHz:n alueella voi pitää 200-300 km yhteyksiä.

Ionosfääri muodostuu nimensä mukaisesti ilmakehän molekyyleistä, jotka ovat ionisoituneet auringon säteilyn vaikutuksesta.

Ionosfäärin "kunto" vaihtelee vuorokauden ja vuodenaikojen mukaan ja eniten auringonpilkkujen määrän mukaan.



F-kerros ja heijastuminen:
07007 07011 07015 07019

HF-DX- eli kaukoyhteydet:
07006 07022 07027

10 Radioaaltojen eteneminen

HF-taajuudet (2)

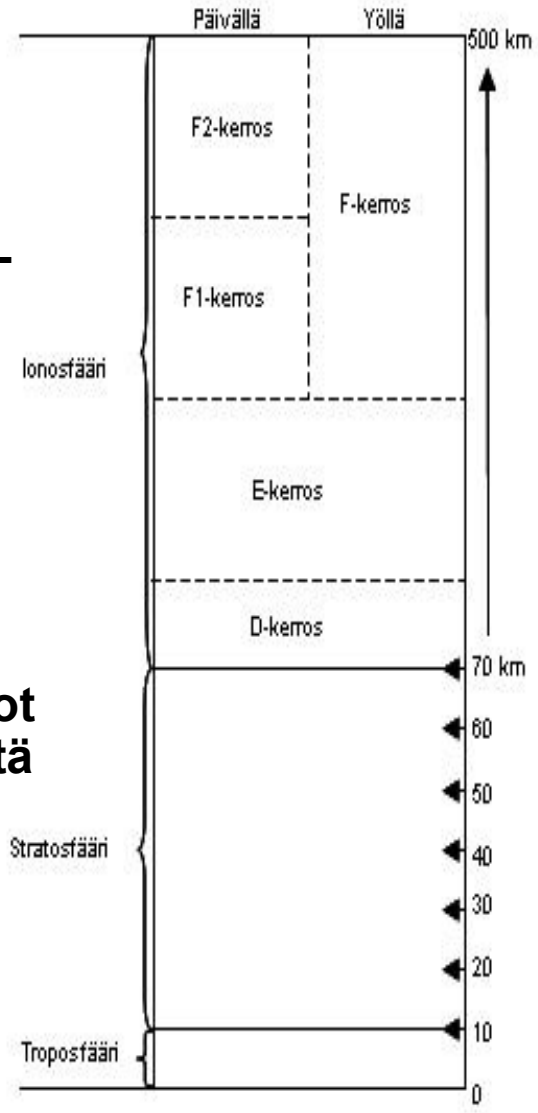
Ionosfääri jakautuu kolmeen kerrokseen (D, E ja F), joista ylin F-kerros heijastaa HF-aaltoja.

F-kerros on yöllä yhtenäinen 250…350 km korkeudella. Se jakautuu päivällä kahdeksi eri kerrokseksi: F1-kerros on 140…250 km ja F2-kerros 250…350 km.

E-kerros esiintyy 80…100(-140) km korkeudella. Eräissä tapauksissa kesäaikaan VHF-aallot saattavat heijastua tilapäisesti ionisoituneesta E-kerroksesta ns. Es-etenemisenä. HF-aaltoihin E-kerros ei vaikuta.

D-kerros on 50…90 km korkeudella. D-kerroksessa tapahtuu suurin vaimeneminen. Erityisesti keskiaallot (mm. 160 m ja 80 m) imeytyvät kerrokseen pääsemättä aina takaisin maan pinnalle. Syynä on voimakas absorbtio.

Talvi-iltaisin ja -öisin yhteydet Keski-Eurooppaan onnistuvat mainiosti esim. 3,5 MHz tai 7 MHz taajuuksilla.



T1-moduulin kysymyksiä:
07028

Eurooppa ja kotimaa:
07017 07018 07024 07029

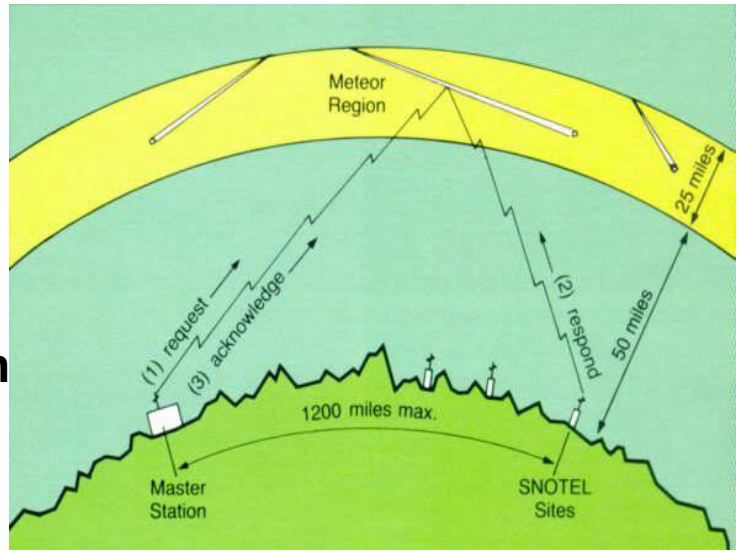
VHF- ja UHF-taajuudet (1)

Ionosfääri päästää yli 30 MHz:n (VHF/UHF) -taajuudet lävitseen, joten mikäli näillä taajuuksilla halutaan pitkiä yhteyksiä on turvauduttava erikoiskeinoihin. Koska ionosfääri ei estä signaalia, nämä radioaallot soveltuvat paremmin avaruusyhteyksiin ja etenemisominaisuudet lähestyvät valon ominaisuuksia.

VHF/UHF-taajuuksilla käytettävissä olevilla antenniratkaisuilla on suuri merkitys erityisesti kaukoyhteyksissä.

Earth-Moon-Earth (EME)-yhteyksissä radioaalto suunnataan Kuuhun, josta pieni osa heijastuu takaisin. Tähän tarvitaan suuria antenneja ja tehoja.

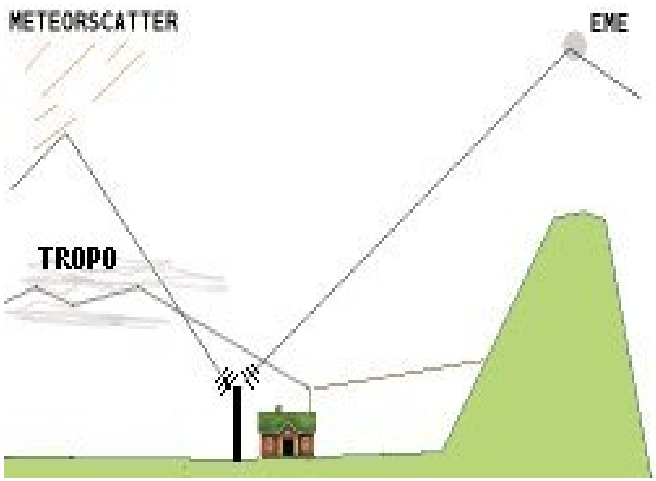
Meteorisironta eli Meteor Scatter eli MS--yhteyksissä radioaalto suunnataan pienten meteorien ilmakehään jättämiin palojälkiin, vanoihin, jotka heijastavat hetken – jopa muutaman sekunnin - radioaaltoja.



T1-moduulin kysymyksiä:
07003 07020 07025

10 Radioaaltojen eteneminen

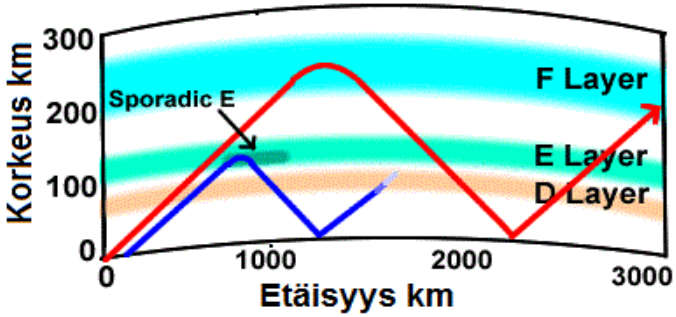
VHF- ja UHF -taajuudet



Revontuliyhteydet ”auroora” perustuvat samantapaiseen ilmiöön, jossa revontulet toimivat ”peilinä.” Antennit käännetään pohjoiseen ja revontulien kautta heijastuneen signaalin tuntee ”tuhnuisesta, kähisevästä” äänestä. Yhteys on sähkötyksellä helpompi ymmärtää kuin puheella.

Troposfäärisessä etenemisessä kylmän ja lämpimän ilmamassan väliin syntyy radioaaltoja kuljettava kerros, jolloin pitkätkin yhteydet ovat mahdollisia.

Sporadisessa Es-etenemisessä ilmakehässä on E-kerroksessa radioaaltoja voimakkaasti heijastava keskus, joka syntymekanismi on epäselvä.

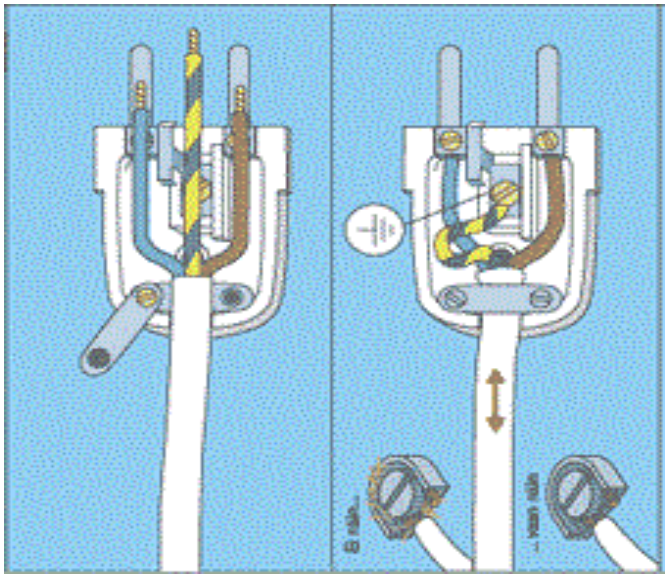


VHF/UHF-taajuuksilla saadaan pitkiä yhteyksiä myös satelliittien, metalli-mastojen ja esim. lentokone-heijastusten kautta sekä korkeilta paikoilta.

Revontulet:
07002 07009 07013 07016

Muut VHF/UHF-etenemismuodot:
07004 07008 07010 07012 07014 07021

11 Sähköturvallisuus



Solmu?

Suojausluokat

Radioamatöörien sähköverkkoon rakentamat laitteet kuuluvat I -suojausluokkaan eli laite käyttää maadoitettua pistoketta (SUoja-KOsketinpistotulppa). Tässä pistokkeessa on kolme johtoa: sininen, ruskea ja keltavihreä (kevi).

Keltavihreä (kevi) on maadoitusjohdin ja kytketään laitteen runkoon koneruuvilla. Mikäli runkoon tulee vikatilanteessa vaarallinen jännite, maadoitusjohdin yhdistää jännitteen maahan. Jos johtimet irtoavat, maadoitusjohtimen (kevi) tulee irrota viimeisenä, joten se jätetään hieman muita pidemmäksi. Suko-johdossa tulee poikkipinnan olla vähintään 1,5 mm² ja johtimien tulee olla saman suojavaipan alla.

II -suojausluokassa on lisäeristyksenä muovikuoret ja sen sähköisiin osiin ei pysty vahingossa koskettamaan suojakotelon vuoksi. Pistoke on yleensä ns. ”valmiiksi valettu” europistoke. Metalliosia ei saa suojamaadoittaa.

III -suojausluokan laitteet toimivat ns. pienoisjännitteellä, joka voi olla enintään 50 V vaihto- tai 120 V tasajännitteellä. Pienoisjännite tehdään erillisellä -muuntajalla. Tällaisia laitteita ovat esim. lelut (junarata).

0 -suojausluokan sähköpistoke on pyöreä.

T1-moduulin kysymyksiä:

10001 10011 10017 10019 10022 10041 10052 10055

Suoja- eli käyttömaadoitus

Normaalin SUKO -pistokkeen kautta saatavan maadoituksen lisäksi radioasemalla tulee olla ns. suoja- eli käyttömaadoitus, mikä tarkoittaa kaikkien aseman (metalli-)laitteiden mahdollisimman suoraa kytkemistä maahan. Maadoitusjohtimeksi käy 20 metrin pituinen 0,7 metrin syvyyteen kaivettu 16 mm² paksuinen kuparijohto, johon laitteet yhdistetään.

– Hän ei maadottanut lähetintään.

Vaakaelektrodin sijasta tai sen lisänä voi olla pystyelektrodeja.

Laitteet tulee yhdistää suojamaadoitukseen rinnankytkentä- eli ns. tähtiperiaatteella, ei peräkkäin!

Käytännössä seinään yleensä kiinnitetään kuparinen kisko, josta vedetään maadoitus-johto maahan ja kiskoon yhdistetään kaikki aseman laitteet (eri) johtimilla.

Käyttömaadoitukseksi ei kelpaa vesijohto.

Maadoitus tulee aina tehdä ruuviliitoksella tai muulla vastaavalla kiinteällä liitoksella.

T1-moduulin kysymyksiä:

10002 10018 10025 10045 10046 09008

11 Sähköturvallisuus

Termejä, suojaerotus ym.

- Pistokytkin tarkoittaa pistotulppaa ja pistorasiaa yhdessä.
- Jatkojohto ei saa muuttaa laitteen suojaluokkaa huonommaksi. I-suojaluokan jatkojohdon saa liittää II-suojaluokan pistorasiaan jne.
- Kosketusjännite: kahden kohdan välistä kosketeltavissa oleva jännite. Jopa 20 mA:n virta on vaarallinen!
- Askeljännite: Meneminen liian lähelle maahan pudonnutta johdinta, johdossa kiinni olevaa puuta tai työkonetta voi aiheuttaa vaaratilanteen.
- Pistotulppa tulee valita laitteen suojaluokan mukaan, eikä saa olla yhteinen yhtä useammalle verkkojohdolle. Pistotulppa saa olla mitoitettu suuremmalle virralle kuin verkkojohto.

Suojaerotus

Suojaerotus tarkoittaa sitä, että korjattavana olevaan laitteeseen kytketään sähkö (suojajännite) ilman suojamaadoitusta.Tämä tehdään yleensä ns. galvaanisesti ensiö- ja toisiokäämin erottavalla suojaerotus-muuntajalla (yleensä 230 V:230 V) sekä erikoispistotulpalla. Tällöin sähköiskua ei voi saada maan kautta.

Suojaerotusmuuntajaan ei saa kytkeä yhtäaikaisesti useampia laitteita.

T1-moduulin kysymyksiä:

10004 10005 10014 10015 10024 10026 10033 10020

Luvat, verkkokytkin ja käyttöpaikka

Sähköasennukset ovat luvanvaraisia mutta radioamatöörit saavat valmistaa itselleen asemalaitteita ja käyttää niitä ilman tarkastusta. Riittävän ammattitaidon omaava henkilö saa tehdä sähköasennustöitä valvonnan alaisena. Rakennettaessa on aina noudatettava sähköturvallisuusmääräyksiä.

- Laitteen jännitteiset osat on suojattava koteloimalla ja maadoittamalla.

- Omarakenteisen sähkölaitteen verkkokytkin tulee olla kaksinapainen eli katkaista molemmat sähköjohdot ja kestää kuormitusvirta. Kytkimeen tulee merkitä ”I” ja ”0” kuvaamaan ”päällä/poissa” -tilannetta. Vipu tai vedonpoistin ei saa olla metallia. Ensiössä tulee olla sulake.

- Joissakin olosuhteissa sähkömagneettinen kenttä saattaa vaikuttaa ihmisen terveyteen. Suurtaajuinen sähkö voi aiheuttaa kosketeltaessa palovammoja ja voi esiintyä paikoissa, joissa on tasajännitettä.

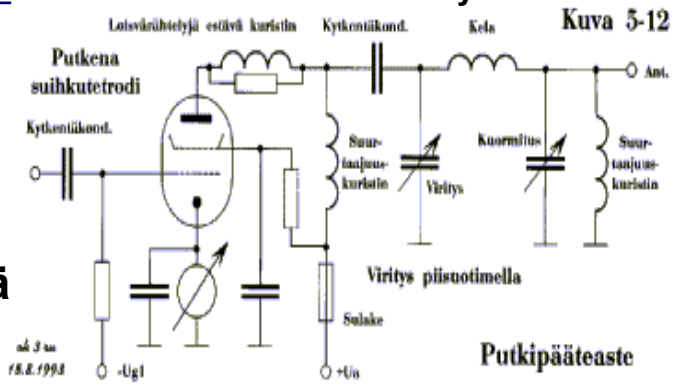
- Verkkokäyttöisen laitteen käyttö on vaarallista, jos käyttöpaikka on märkä tai kostea tai sisältää syövyttäviä aineita, varsinkin, jos sähkölaitetta joudutaan pitelemään käsin johtavalla alustalla polvi- tai istuma-asennossa. Jopa 230 V sähköisku on hengenvaarallinen, mutta tajuntansa menettänyt voidaan elvyttää. Sähköiskun vaara syntyy laitetta huollettaessa, jos pistokytkin on pistorasiassa.

T1-moduulin kysymyksiä:

10003 10010 10013 10016 10034 10035 10036 10050 10021

Antennit, vikavirtakytkin ja pääteaste

- Antennirakenteet on sijoitettava niin, ettei antenneja voi vahingossa koskettaa eikä niissä saa esiintyä vaarallista pientaajuista vaihtojännitettä. Antennimasto on suojattava käyttömaadoituksella salamaniskujen varalta. Antennilinjassa on oltava ylijännitesuoja, mikäli antenni on rakenteeltaan sellainen, ettei sitä voi radioteknisistä syistä maadoittaa.
- Vikavirtakytkin on itsetoimiva perustuen 0- ja vaihejohtimien virtaeroon (summavirta). Vaaditaan pääsääntöisesti kaikkiin uusiin maallikon käyttämiin pistorasiaryhmiin.
- Mitään virtalähdettä ei tulisi käyttää, jos esim. jännitteen säätöpiiri on vaurioitunut tai laite on muuten viallinen. Oikosulku virtapiirissä on aina vaarallinen.
- Vaarallisten tasajännitteiden pääsy antenniin estetään: Klikkaa kuvat ylhäällä
  - a) kytkemällä antenni lähettimen tankkipiiriin induktiivisesti
  - b) kytkemällä antennisignaali lähettimen tankkipiiristä riittävän suuren jännitekeston omaavalla kondensaattorilla
  - c) maadoittamalla vikatapauksissa esiintyvä tasajännite suurtaajuuskuristimella



T1-moduulin kysymyksiä:

10023 10028 10027 10030 10032 10044 10039

12 Häiriöt

Häiriön aiheuttajia

Radiolähetys voi aiheuttaa häiriöitä omaan tai naapurin radioon tai TV -kuvaan tai jopa muihin viestiverkkoihin. Mahdollisia syitä ovat esim.:

- **huono lähettimen käyttömaadoitus,**
- **korkea SWR (SAS) antennissa,**
- **huonot tai hapettuneet liitokset omassa tai naapurin antennissa,**
- **naapurin huonolaatuinen vastaanotin,**
- **naapurin sisäantenni tai huono ulkoantennin sijoitus,**
- **naapurin tai taloyhtiön käyttämä television laajakaistavahvistin,**
- **vika omissa lähetyslaitteissasi,**
- **ylimodulaatio (mikrofonivahvistus liian suurella),**
- **liian suuri lähetysteho (pienempi lähetysteho pienentää häiriöitä),**
- **lähettimen ali-/ylipäästösuojaus on huono ja päästää harmonisia,**
- **lähetin aiheuttaa sähkötyksellä avainisku ja (clicks) tai**
- **lähete pääsee jostakin syystä sähköverkkoon.**

Tietokoneissa ja muissa sähkölaitteissa saattaa vastaavasti olla jyrkkä-reunaisia piirejä, jotka aiheuttavat häiriöitä jopa UHF-taajuuksille saakka. Vastaavasti nämä laitteet saattavat häiriintyä jo muutaman watin lähetys-tehosta ja normaalista puhelähetyksestä.

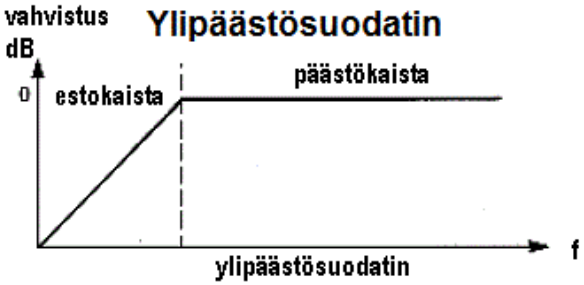
T1-moduulin kysymyksiä:

09003 09007 09008 09009 09015

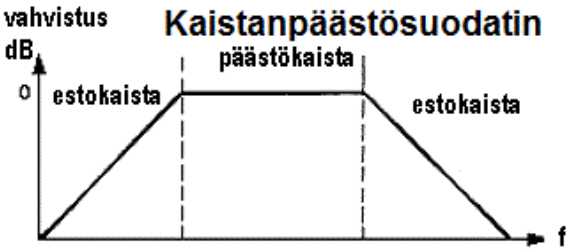
Ali- ja ylipäästösuodattimet

Harmonisten (yliaaltojen) pääsy antenniin voidaan estää alipäästösuodattimella, joka päästää lävitseen tietyn taajuuden alla olevat taajuudet, mutta vaimentaa voimakkaasti korkeampia taajuuksia.

Ylipäästösuodin päästää korkeat taajuudet lävitseen, mutta vaimentaa voimakkaasti matalampia taajuuksia.



Kaistanesto- ja kaistanpäästösuotimet ovat suotimia, joissa on sekä ali- että ylipäästö eli ne päästävät tai estävät lävitseen vain kaistan radioaaltoja.



Suotimia käytettäessä on tärkeää, että lähettimen antennikaapelissa oleva suodin estää häiriöitä aiheuttavia taajuuksia pääsemästä antenniin mutta päästää ne taajuudet, joilla haluamme lähettää. Vastaavasti häiriintyvän vastaanottimen antennikaapeliin laitetaan suodin joka poistaa häiritsevät taajuudet mutta päästää taajuudet, joita halutaan katsoa tai kuunnella.

T1-moduulin kysymyksiä:
09001 09004 09006 09010 09011 09019 09021

Erilaisia häiriötyyppejä

Suurtaajuus ei kuulu sähköverkkoon!

Häiriö voi levitä myös sähköverkon kautta. Sähköverkkoon ei saa mennä minkäänlaisia suurtaajuuksia!

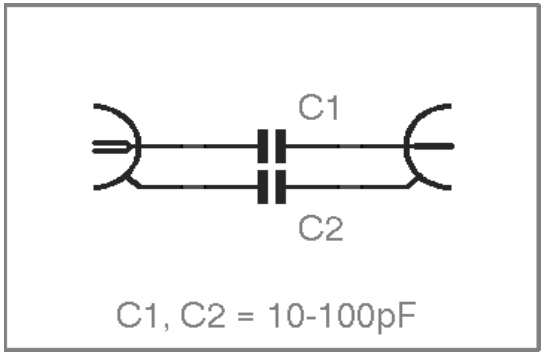
Verkkokuristin (-suodatin) estää radiotaajuuden pääsyn sähkö-verkkoon/verkosta. Sen voi tehdä itse kiertämällä laitteen sähkö-johtoa ferriittisauvan ympärille useita kierroksia, jolloin siitä muodostuu suurtaajuuskuristin.

Vastaanottimen voimakkuudensäätö ei vaikuta häiriöön

Joskus lähetys saattaa mennä suoraan naapurin vastaanottimen pientaajuusasteelle (esim. kaiutinjohtoja pitkin). Häiriön tunnistaa siitä, ettei vastaanottimen voimakkuudensäätö vaikuta asiaan. Kaiutinjohtojen kiertäminen ferriittitangon tai -renkaan ympärille saattaa tässäkin tapauksessa auttaa asiaan.

Antennikaapeli antennina

Joskus häiriö menee vastaanottimeen syöttö johdon vaippaa pitkin – vaippa toimii anten-nina. Tällöin auttaa ns. vaippavirran katkaisu. (Kuva oikealla)



T1-moduulin kysymyksiä:

09002 09005 09014 09016 09018 09020

12 Häiriöt

Erilaisia häiriötyyppejä

Korkea SWR sekä maadoituksen ja verkkosuodatuksen puute.

Huono maadoitus, verkkosuodattimen puute tai korkea SWR (SAS) saattavat aiheuttaa sen, että lähetettäessä suurtaajuus pääsee sisään lähettimeesi. Tämä voi aiheuttaa sen, että asteikko- ja muut valot kirkastuvat huomattavasti vaikka niiden normaalisti pitäisi himmentyä lähetettäessä.

Avainklikki

Vastaanottimessa kuuluvat napsahdukset (avainklikit) saattavat johtua sähkötyslähettimestä. Lähetin aktivoituu liian nopeasti avainta painettaessa. Klikit voidaan poistaa avainnussuotimella.

Kiusaavatko Radiohäiriöt teitä?
Vapautukaa niistä! Soitatte puhelimella 38 418 ja ilmoitatte nimenne ja osoitteenne, niin me ryhdymme neuvotteluihin häiritsevien koneiden omistajan kanssa häiriölden poistajan asentamisesta niihin.
Radiohäiriöpoistotoimisto
Dipl. ins. E. A. Liukstala.

T1-moduulin kysymyksiä:

09012 09013